Aus dem Anatomischen Institut der Universität Würzburg
Lehrstuhl: Professor Dr. med. J. Lang

ÜBER LAGEBEZIEHUNGEN DES GANGLION TRIGEMINALE

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Franz Josef Strobel
aus Eichstätt

Würzburg, den 2. Januar 1980

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Würzburg
Lehrstuhl: Professor Dr. med. J. Lang

ÜBER LAGEBEZIEHUNGEN DES GANGLION TRIGEMINALE

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Franz Josef Strobel
aus Eichstätt

Würzburg, den 2. Januar 1980

Referent: Professor Dr. med. J. Lang
Korreferent: Professor Dr. med. K.-A. Bushe
Dekan: Professor Dr. med. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 11.6.1980

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

Meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	1
II. Material und Methode	2
1) Untersuchungsgut	2
2) Präparatorisches Vorgehen	2
3) Messungen	3
4) Statistische Auswertung	4
5) Graphische Darstellung	7
III. Befunde und Diskussion	8
A) Ganglion trigeminale und intracranielle Strecken der Trigeminusäste	8
1) Beziehung der Trigeminuswurzeln, des Ganglion und der Trigeminusäste zu den Hirnhäuten	8
2) Abstand des Oberrandes des Ganglion trigeminale zur seitlichen Schädelwand	11
3) Intracranielle Länge der Trigeminusäste	12
4) Diskussion	15
B) Ligamentum sphenopetrosum inferius	19
1) Lage und Definition	19
2) Dicke und Höhe der Pars sagittalis	21
3) Länge und Breite der Pars transversalis	23
4) Kürzester Abstand der Lingula sphenoidalis vom Os petrosum	25

5) Einstellung des Oberrandes der Pars sagittalis zur Deutschen Horizontalebene und zur Mediansagittalebene 27
6) Abstand Mitte des Oberrandes der Pars sagittalis zur lateralen Schädelwand zum lateralen Rand des Porus n. trigemini zum medialen Rand des Porus n. trigemini zum Processus clinoideus posterior (duralis) 30
7) Diskussion 35

C) Verlauf der Nn. petrosi innerhalb der Fossa cranii media 37

1) Verlaufsbeschreibung 37
2) Abstand der Nn. petrosi nach Eintritt in die Fossa cranii media 38
3) Diskussion 39

D) Verlauf der A. carotis interna und des N. abducens innerhalb des Sinus cavernosus 40

1) Verlaufstypen der A. carotis interna 40
2) Verlauf des N. abducens; Typeneinteilung der N. VI-Lage in Bezug auf den Oberrand des Ganglion trigeminale 41
3) Abstand des N. abducens vom Oberrand des Ganglion trigeminale 44
4) Abstand des N. abducens vom Oberrand der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius 45

Seite

5) Abstand des Oberrandes des Ganglion trigeminale vom Oberrand der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius 46

6) Winkel des N. abducens mit der Median-sagittalebene 49

7) Diskussion 51

IV. Zusammenfassung 53

V. Literaturverzeichnis 58

I. Einleitung

Ärztliche Eingriffe zur Behandlung der essentiellen Trigeminusneuralgie, wie etwa im Bereich des Ganglion Alkoholinjektion und Elektrokoagulation oder die Rhizotomie der Pars triangularis n. trigemini, setzen genaue anatomische Befunde voraus. So beschäftigten sich zahlreiche Untersucher, HOVELAQUE, A. (1927), LOCKHARDT, R.D. (1927/28), DANDY, W.E. (1938), HOCHSTETTER, F. (1939), FERNER, H. (1940/48), PAOLUCCI, R. (1944), näher mit der Morphologie und Topographie des Ganglion trigeminale, insbesondere seinen Beziehungen zu den Hirnhäuten. Die umfassendste und heute allgemein anerkannte Darstellung der Verhältnisse liegt von FERNER, H. (1940/48) vor. Über die Beziehungen des Ganglion und seiner Hüllen zu benachbarten Strukturen, wie der A. carotis interna, der fibrösen Deckplatte des Carotiskanals, den Nn. petrosi und dem N. abducens (VI) sind in den anatomischen Lehrbüchern kaum genauere Angaben enthalten.
Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, an einer Serie von Präparaten die topographischen Verhältnisse am Ganglion trigeminale zu studieren und statistisch aussagefähige Befunde zu erheben. Eine getrennte Betrachtung der Ergebnisse der rechten und linken Kopfhälften wird im Hinblick auf die bei einigen Autoren (WIEGAND, H.-R. (1965), DAUSACKER, J. (1974), LANG, J. (1975)) beschriebene Dominanz der rechten Fossa cranii media durchgeführt.

II. Material und Methode

1) Untersuchungsgut

Die Untersuchungen wurden an insgesamt 52 Kopfhälften (28 rechten und 24 linken) aus dem Anatomischen Institut der Universität Würzburg durchgeführt. Der überwiegende Teil der Präparate lag nicht paarig vor. Wegen des unterschiedlichen Erhaltungszustandes konnte bei den vorliegenden Meßreihen nicht in jedem Fall die volle Zahl der Einzelmessungen erreicht werden. Bei dem untersuchten Material handelt es sich ausschließlich um Kopfhälften Erwachsener. Eine Einteilung nach Altersgruppen oder Geschlechtern wurde nicht vorgenommen, da in diesem Fall die Anzahl der Einzelwerte für eine statistische Aussage zu gering gewesen wäre. Ebenso unterblieb eine Berechnung der Schädelindices und eine Aufteilung nach Schädeltypen.

2) Präparatorisches Vorgehen

Um die vorgesehenen Untersuchungen und Messungen durchführen zu können, waren nachstehende Präparationen im Bereich der mittleren Schädelgrube erforderlich. Beginnend an der Plica petroclinoidea anterior, der zum vorderen Clinoidfortsatz ziehenden Endausstrahlung des Kleinhirnzeltes, wurde die Dura mater der Fossa cranii media nach lateral hin abgezogen. Damit ist im vorderen Abschnitt der Sinus cavernosus von lateral her eröffnet, der hier getrennt durch Dura und interarachnoidalem Liquorkissen dem Temporalhirn anliegt. Fest in die laterale Sinuswand eingelagert zieht der N. ophthalmicus (V_1) zur Fissura orbitalis superior.

Im rückwärtigen Anteil bleibt nach dem Abziehen der kräftigen Faserplatte im Bereich des Ganglion trigeminale stets eine dünne Faserschicht bestehen, so daß das lateral vom hinteren Sinusabschnitt gelegene Cavum Meckeli verschlossen bleibt. Bei subtiler Präparation kann diese Schicht zusammen mit der sie unterfütternden Arachnoidea abgelöst und die Pars triangularis n. trigemini, das Ganglion trigeminale sowie die Aufzweigung in seine Äste ($V_{1,2,3}$) dargestellt werden.

Nach Abwälzen des Ganglion trigeminale und der Pars triangularis nach seitwärts und vorne ist die Bodenregion des Cavum Meckeli freigelegt. Versucht man die dünne periostähnliche basale Bindegewebeschicht vom Porus trigemini an nach abwärts und vorne abzutragen, so erweist sich diese als stets mit der darunter befindlichen bindegewebigen Deckplatte des Carotiskanals verwachsen. Diese Deckschicht setzt sich nach medial in einen mehr sagittal stehenden Bandapparat fort, der sich zwischen Lingula sphenoidalis und Pyramidenspitze erstreckt. Nach Ablösen der medialen, sehr dünnen Wand des Cavum Meckeli sind die Übergangsstrecken der A. carotis interna und des N. abducens in den Sinus cavernosus sichtbar.

3) Messungen

Längenmessungen erfolgten mit einer Schublehre auf Zehntelmillimeter genau, nachdem die Strecke am Präparat mit einem Stechzirkel abgegriffen worden war. War das Anlegen des Zirkels nicht möglich, vornehmlich bei sehr kleinen Abständen ($\leq$ 3 mm), so wurde die Messung durch das Präparationsmikroskop mit Hilfe eines geeichten

Meßokulars durchgeführt.
Als Bezugslinie der Winkelmessungen diente die Mediansagittalebene. Sie bzw. eine Paramediansagittale wurde ebenso wie der andere Schenkel des zu messenden Winkels mit Nadel und Bindfaden am Präparat aufgesteckt. Die Werte wurden auf ganze Winkelgrade genau abgelesen.

4) Statistische Auswertung

Die erhobenen Befunde stellen eine zufällige Stichprobe $(x_1, x_2, \ldots . x_n)$ aus einer normalverteilten Grundgesamtheit dar. Die Daten x_i sind Realisationen der Zufallsvariablen X_i $(i=1,2,\ldots .n)$.
Zur Auswertung der Ergebnisse aus den einzelnen Meßreihen wurde folgendermaßen verfahren:

(1) Nach Ermittlung der Summe S(x) der Einzelwerte wurde das arithmetische Mittel

$$\bar{x} = \frac{S(x)}{n} \qquad (n = \text{Stichprobenumfang})$$

errechnet.

(2) Die Varianz der Stichprobe

$$s^2 = \frac{S(x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

ist ein Maß für die Streuung der Werte, die die Zufallsvariable X annehmen kann.

(3) Als gebräuchlichstes Streuungsmaß ergibt sich daraus die absolute Standardabweichung der Stichprobe.

$$s = \sqrt{\frac{S(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

(4) Bei biologisch-medizinischen Untersuchungen wird üblicherweise als Normbereich (NB) der 2s Bereich gewählt, der rund 95 % aller Werte umfaßt.

(5) Die relative Standardabweichung der Stichprobe, auch Variationskoeffizient,

$$VK\ (\%) = \frac{s \cdot 100}{\bar{x}}$$

ermöglicht den Vergleich der Streuung von Einzelwerten aus verschiedenen Stichproben. In unserem Fall kann damit ein Rechts-Links-Vergleich bezüglich der Variation durchgeführt werden.

(6) Da arithmetische Mittelwerte aus einer mehr oder weniger umfangreichen Stichprobe der unbekannten Grundgesamtheit errechnet werden, sind sie stets mit einem mittleren Fehler

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

behaftet, der Auskunft über die Zuverlässigkeit des Mittelwertes gibt.

(7) Mit Hilfe des Konfidenzintervalls (Vertrauensbereiches)

$$VB = \bar{x} \pm t_f \cdot s_{\bar{x}}$$

(t_f = standardisierte Variable bei f = n-1 Freiheitsgraden)

kann ein Bereich ermittelt werden, dessen Grenzen den Erwartungswert μ der zur Stichprobe gehörenden normalverteilten Grundgesamtheit mit der Konfidenzwahrscheinlichkeit 1-p einschließen. Gebräuchlicherweise wählt man die Konfidenzwahrscheinlichkeit 1-p = 0,95, d.h. mit 95 %iger Sicherheit liegt der Mittelwert der unbekannten Grundgesamtheit innerhalb der angegebenen Grenzen.

(8) Da der Großteil der Präparate nicht paarig vorlag, konnte keine paarweise Gegenüberstellung der Mittelwerte der einzelnen Meßreihen erfolgen.
Zur Prüfung der Signifikanz ermittelter Rechts-Links-Unterschiede wurde der t- Test für unverbundene Stichproben durchgeführt.

$$t = \left| \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_x}} \sqrt{\frac{S(x_i - \bar{x})^2 + S(y_i - \bar{y})^2}{n_x + n_y - 2}}} \right|$$

t = t- Wert
$\bar{x}$ = arithmetischer Mittelwert rechts
$\bar{y}$ = arithmetischer Mittelwert links
n_x = Stichprobenumfang rechts
n_y = Stichprobenumfang links
$n_x + n_y - 2 = f$ = Freiheitsgrade

Als Signifikanzniveau oder Irrtumswahrscheinlichkeit wurde p = 0,05 gewählt. Die Aussagesicherheit beträgt somit 95 %.

5) Graphische Darstellung

Häufigkeitsverteilungen sind aus Säulendiagrammen mit jeweils konstanter Klassenbreite ersichtlich. Fällt ein Wert auf eine Klassengrenze, so wurde er ausnahmslos der jeweils linken Klasse zugeordnet.
Mittelwert, Konfidenzintervall des Mittelwertes sowie der 2s Normbereich sind in einer Graphik enthalten.
Zur Veranschaulichung prozentualer Verteilungen wurden in Kreisdiagrammen den Prozentanteilen entsprechende Sektoren eingetragen.

III. Befunde und Diskussion

A) Ganglion trigeminale und intracranielle Strecken der Trigeminusäste

1) Beziehung der Trigeminuswurzeln, des Ganglion und der Trigeminusäste zu den Hirnhäuten

Die seitliche Wand des Sinus cavernosus setzt sich nach dorsal in die Abdeckung des Trigeminusganglion fort. Diese sogenannte Sagittalplatte (LANG, J. 1975) wird von der Dura der Fossa cranii media gebildet. In ihre tiefe Schicht ist im Bereich des rostralen Sinusabschnittes der N. ophthalmicus an seiner lateralen Seite während seines gesamten Verlaufes vom Austritt aus dem Ganglion bis zum Eintritt in die Fissura orbitalis superior eingewoben. Nach dem Entfernen der kräftigen Sagittalplatte im Ganglienbereich findet sich darunter stets eine wesentlich dünnere, ebenfalls der Dura zugehörige Bindegewebeschicht; sie überdeckt, beginnend am Porus n. trigemini, die Pars triangularis n. trigemini, sowie die nach oben und lateral weisende Gehirnfläche des Ganglion, die ihrer Form nach am ehesten einem Viertelmond vergleichbar ist (FERNER, H. 1948). Am distalen, konvexen Rand des Ganglion, sowie an den hier abgehenden Trigeminusästen ist dieses tiefe Durablatt fest angeheftet. Der konkave Rand des Ganglion wie auch die Pars triangularis n. trigemini sind nicht mit ihm verwachsen.
Diese Schicht stellt die laterale und zugleich obere Wand des als Cavum Meckeli bezeichneten Raumes dar. FERNER, H. (1940) definiert das Cavum als einen von oben nach unten abgeplatteten Durasack, dessen Öffnung

am Duraschlitz in der hinteren Schädelgrube beginnt und sich unter die Dura der mittleren Schädelgrube erstreckt. Die obere Wand des Beutels verwächst besonders im Bereich des Ganglion mit der Dura der mittleren Schädelgrube, während in dem mehr dorsal gelegenen Anteil beide Schichten häufig durch kleine Venen getrennt sind, die über den Plexus venosus foraminis ovalis abfließen.

Die tiefe Wand des Cavum Meckeli überzieht basal als zarte Periostschicht die Impressio trigemini und ist mit der bindegewebigen Deckplatte des Carotiskanals verwachsen. Oberhalb des freien Randes des an anderer Stelle beschriebenen Ligamentum sphenopetrosum inferius bildet sie die laterale Wand des hinteren Abschnittes des Sinus cavernosus und grenzt das Ganglion von der A. carotis interna und dem N. abducens ab. Die untere Fläche des Ganglion bildet einen ringförmigen zu 2/3 bis 3/4 geschlossenen Wulst (FERNER, H. 1948) und ist in ihrem distalen Anteil mit dieser Schicht verwachsen. Mit seinem größten Teil liegt das Ganglion also lateral des hinteren Sinusabschnittes; im Bereich der Impressio trigemini an der Spitze der Felsenbeinpyramide ist in der Regel die Pars triangularis n. trigemini zu finden.
Eng der duralen Wand des Cavum Meckeli angelagert, kleidet die Arachnoidea diesen Raum aus. Mit der Oberfläche des Ganglion und dem Anfangsteil der abgehenden Trigeminusäste ist diese Schicht innig verwoben, wobei jedoch das von Liquor cerebrospinalis erfüllte Cavum subarachnoidale auf der Knochenseite des Ganglion etwas weiter nach distal reicht als auf der Gehirnseite (BURR, M.S. und ROBINSON, G. (1925), HOCHSTETTER, F. (1939)). Die

seit FERNER, H. (1948) so benannte Cisterna trigemini steht über den Porus n. trigemini mit dem lateralen Teil der Brückenzisterne in offener Verbindung.
Der motorische Anteil des Trigeminus zieht von der sensiblen Wurzel und dem Ganglion bedeckt, meist in die Arachnoidea und auch die dünne basale Schicht eingelagert zum Foramen ovale.
Somit enthält das Cavum Meckeli neben dem Ganglion trigeminale und der Aufzweigung in die Trigeminusäste, die Pars triangularis der sensiblen Wurzel des N. trigeminus, wie auch seine motorische Wurzel. Die liquorerfüllte Cisterna trigemini reicht jedoch nur bis zum proximalen, konkaven Rand des Ganglion, so daß die Trigeminusäste ohne Beziehung zum Subarachnoidalraum bleiben.

Zur Lokalisation des Ganglion trigeminale innerhalb der mittleren Schädelgrube wurde der Abstand des oberen Randes des Ganglion von der seitlichen Schädelwand, sowie die intracranielle Länge der drei Trigeminusäste bestimmt.

2) Abstand des Oberrandes des Ganglion trigeminale zur seitlichen Schädelwand

Der obere Rand des Ganglion trigeminale ist im Mittel rechts 41,0 ± 0,82 (30,0 - 48,5) mm, links 40,1 ± 0,94 (32,5 - 54,0) mm von der seitlichen Schädelwand entfernt. Die Seitendifferenz erwies sich bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p = 0,05 und 50 Freiheitsgraden als nicht signifikant. Der 95 % Vertrauensbereich für den Mittelwert reicht rechts von 39,33 bis 42,67 mm, links von 38,15 bis 42,05 mm.

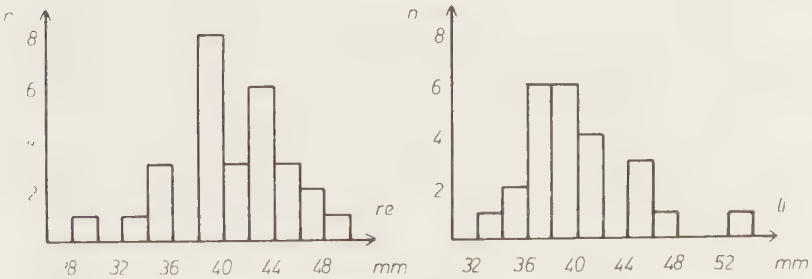


Abb.: 1 Abstand des Ganglienoberrandes von der lateralen Schädelwand

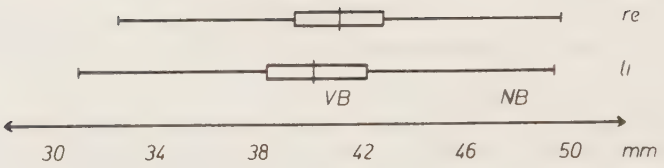


Abb.: 2 95 % VB des Mittelwertes und 2s NB für Abstand des Ganglienoberrandes von der lat. Schädelwand

3) Intracranielle Länge der Trigeminusäste

Die drei großen Äste des N. trigeminus gehen am konvexen, distalen Rand aus dem Ganglion hervor. Die Eigenart ihrer Aufzweigung wird bei BENNINGHOFF, A.-GOERTTLER, K. (1964) mit den gespreizten drei ersten Fingern der rechten Hand verglichen, deren Richtung bei Wendung der Handfläche nach außen den Verlauf der Nerven wiedergebe. Der N. ophthalmicus (V_1) zieht in paramediansagittaler bis leicht rostrolateraler Richtung zur Fissura orbitalis superior. Nahezu parallel zum ersten Ast erreicht der N. maxillaris (V_2) das Foramen rotundum. Der N. mandibularis (V_3) nimmt auf seiner kurzen intracraniellen Strecke einen nach lateral und vorne gerichteten Verlauf, wobei der mit dem Maxillaris eingeschlossene Winkel an die 45° beträgt. Zusammen mit dem Plexus venosus foraminis ovalis verläßt er durch das Foramen ovale die mittlere Schädelgrube. Ähnlich wie der N. ophthalmicus kann der N. maxillaris in der lateralen Sinuswand liegen. Fast ebenso häufig kann jedoch eine Lage beobachtet werden, bei der er den Sinus cavernosus nur dort berührt, wo dessen laterale Wand den tiefsten Punkt erreicht. Sein Perineurium ist dann mit dem Periost der

Ala major ossis sphenoidalis und der Dura in fester Verbindung. Der 3. Ast des N. trigeminus ist an seiner lateralen Seite mit dem tiefen Blatt der Dura der Fossa cranii media verwachsen.
Die intracranielle Länge der drei Äste, also die Strekke vom Abgang aus dem Ganglion bis zum Eintritt in die jeweilige Knochenöffnung, ist recht unterschiedlich.
Die Länge des N. maxillaris ist etwa doppelt so groß wie die des N. mandibularis, während der N. ophthalmicus fast dreimal so lang ist wie der dritte Ast.
Der N. ophthalmicus (V_1) ist im Mittel rechts 15,52 $\pm$ 0,58 (9,2 - 20,5) mm, links 15,77 $\pm$ 0,5 (11,5 - 20,1) mm lang. Die Grenzen des Konfidenzintervalls liegen rechts bei 14,33 und 16,71 mm, links bei 14,74 und 16,8 mm.
Für den N. maxillaris (V_2) wurde rechts ein Wert von 10,34 $\pm$ 0,57 (4,5 - 15,1) mm, links 10,33 $\pm$ 0,54 (5,5 - 16,0) mm ermittelt. Als Vertrauensbereich gilt: rechts 9,16 bis 11,52 mm, links 9,21 bis 11,45 mm.
Für den dritten Trigeminusast (V_3), den N. mandibularis, ergab sich eine Länge von rechts 6,66 $\pm$ 0,45 (2,9 - 11,5) mm, links 6,63 $\pm$ 0,36 (2,8 - 9,8) mm.
Mit der Konfidenzwahrscheinlichkeit von 95 % liegt der Mittelwert der normalverteilten Grundgesamtheit, aus der unsere Stichprobe stammt, rechts zwischen 5,74 und 7,58 mm, links zwischen 5,88 und 7,38 mm.
Für alle drei Äste konnte mit der Irrtumswahrscheinlichkeit p = 0,05 bei jeweils 49 Freiheitsgraden keine signifikante Seitendifferenz nachgewiesen werden.

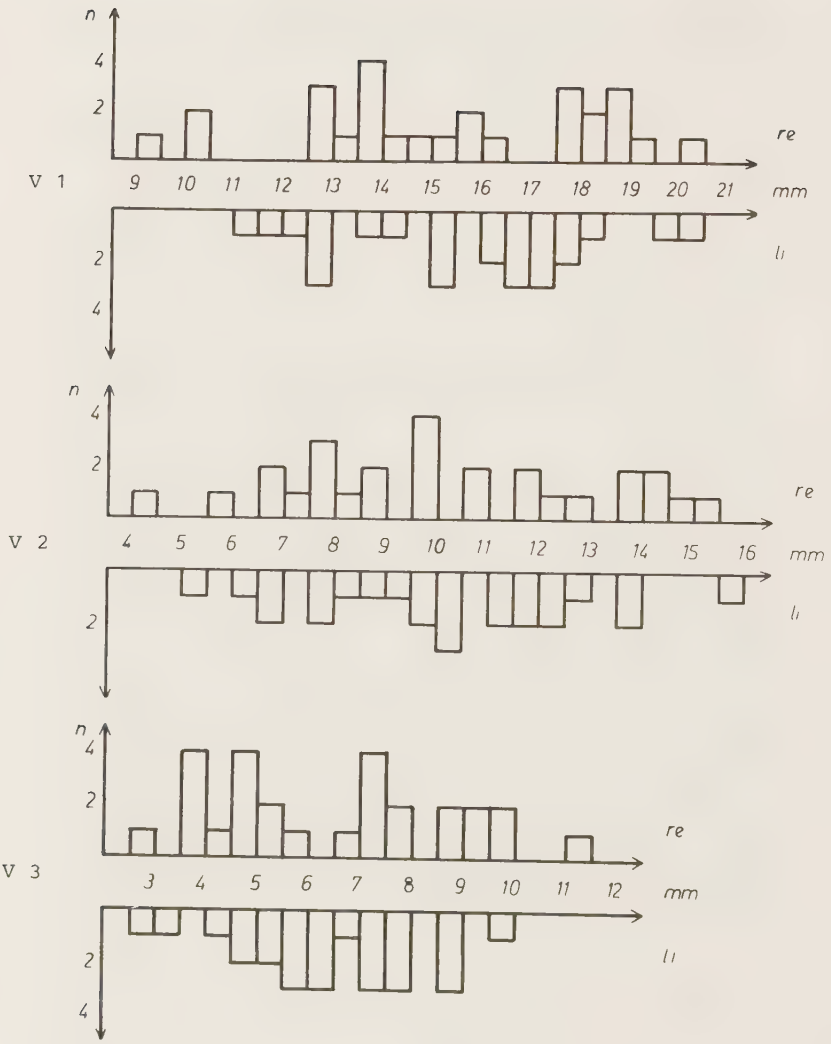


Abb.: 3 Intracranielle Länge der Nerven V_1, V_2, V_3

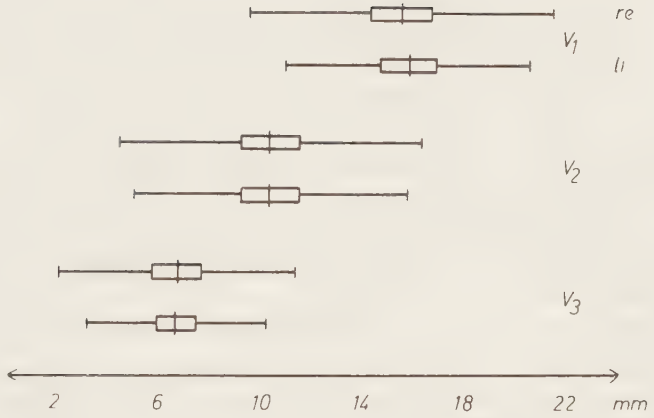


Abb.: 4 95 % VB der Mittelwerte und 2s NB für die intracranielle Länge der Trigeminusäste

4) Diskussion

In seiner Untersuchung "De quinto pare nervorum cerebri" gab MECKEL, J.F. (1791) erstmals eine Beschreibung des heute als Cavum Meckeli bekannten Raumes. Über den genauen Aufbau und die Entwicklung dieser duralen Bildung liegen in der Literatur höchst unterschiedliche Darstellungen vor.
Vielfach wird das Cavum Meckeli als Spaltbildung der Dura der mittleren Schädelgrube verstanden, die zur Aufnahme des Ganglion trigeminale, der Trigeminuswurzeln, wie des Anfangsteils der Trigeminusäste in ihre beiden Blätter auseinanderweiche. So führt CORNING, H.K. (1946) aus, daß das eine Blatt der Dura als Periost die Im-

pressio trigemini überziehe, das andere das Ganglion und die Äste des N. trigeminus bedecke; lateral des Foramen ovale und des Canalis rotundus finde sich die Vereinigung des oberflächlichen mit dem tiefen Blatt. Bei v. LANGER, C. - TOLDT, C. (1915) wird das Cavum Meckeli als "von der harten Hirnhaut erzeugte kleine Höhle" bezeichnet. Im Lehrbuch von RAUBER, A. - KOPSCH, FR. (1940) wird das Cavum semilunare der Dura mater zugerechnet, nähere Angaben über Bau und Ausdehnung werden nicht gemacht. STARCK, D. - FRICK, H. (1972) sprechen ebenfalls von der Ausbildung zweier Durablätter.

Demgegenüber beschreibt HOVELAQUE, A. (1927) das Cavum Meckeli als eine fibröse Loge, die durch eine Verdoppelung der Dura erzeugt werde. LOCKHARDT, R.D. (1927/28) versteht darunter eine sackartige Ausstülpung der Dura der hinteren Schädelgrube unter die der mittleren; damit übereinstimmende Befunde liegen von TÖNDURY, G. (1949) vor. Die Auffassung von der Spaltung der Dura in zwei Blätter kann HOCHSTETTER, F. (1939) entwicklungsgeschichtlich widerlegen. Ebenso stellt er fest, daß die Leptomeninx zusammen mit der Trigeminuswurzel in das Cavum Meckeli ziehe, ein Befund, der sich auch bei HOVELAQUE, A. (1927) findet. Nähere Angaben über das Verhalten von Arachnoidea und Pia fehlen jedoch. Die umfassendste Beschreibung der Anatomie des Ganglion trigeminale, wie des Verhaltens der Hirnhäute im Bereich des Cavum Meckeli liegt von FERNER, H. (1940/48) vor. Diese Ergebnisse, die bei der vorliegenden Untersuchung bestätigt werden konnten, wurden zwar im wesentlichen, insbesondere was das Verhalten der Leptomeninx und die Bildung der sog. Cisterna trigemini be-

trifft, von BRAUS, H. - ELZE, C. (1960), SIEGLBAUER, F. (1963), ROHEN, J.W. (1969), WALDEYER, A. (1973) und HOLLINSHEAD, W.H. (1974) übernommen. Über die Ausbildung des duralen Beutels und die Verdoppelung der oberen Wand infolge der Überlagerung durch die Dura der mittleren Schädelgrube, die FERNER, H. (1948) sehr genau beschreibt und die ich regelmäßig vorfand, geben die oben genannten Autoren unterschiedlich genaue Angaben. Die exakteste Darstellung findet sich im Lehrbuch von BENNINGHOFF-GOERTTLER (Hsg. FERNER, H. und STAUBESAND, J. 1975).

Amerikanische Untersucher prägten den Begriff der "Dura propria". Sie verstehen darunter die laterale, vordere und zugleich obere Wand des Cavum Meckeli, gelegentlich mit der benachbarten Arachnoidalhülle der Cisterna trigemini (HOLLINSHEAD, W.H. 1968).

Was das Verhalten der motorischen Trigeminuswurzel bezüglich der Hirnhäute betrifft, so stehen meine Untersuchungsbefunde im Gegensatz zu denen von FERNER, H. (1948). Immer lag dieser Teil des N. trigeminus in die Arachnoidea und auch die knochennahe Wand des Cavum Mekkeli eingebettet.

Für den Abstand des oberen Ganglienrandes von der lateralen Schädelwand fanden sich keine direkt vergleichbaren Werte. DAUSACKER, J. (1974) beschreibt eine signifikant größere Breite der duraausgekleideten mittleren Schädelgrube an der rechten Seite. Bei meiner Messung des Abstandes des Ganglion von der seitlichen Schädelwand ergab sich zwar rechts ebenfalls ein etwas größerer Wert, eine Signifikanz konnte jedoch nicht nachgewiesen werden.

Messungen am Ganglion selbst liegen von FERNER, H. (1948) vor, der dessen Durchmesser parallel zur Pyra-

midenachse mit 17-20 mm, die größte Breite mit 5 mm und die größte Dicke mit 3 mm angibt. HENDERSON, W.R. (1965) findet mit den FERNER'schen Angaben gut übereinstimmende Werte und nennt für die Länge der sensiblen Wurzel vom Hinterrand des Ganglion bis zum Porus n. trigemini einen Wert von 5-15 mm. Die Länge des N. mandibularis kann nach seinen Messungen zwischen 0 und 10 mm betragen, wobei jedoch 60 % der Werte zwischen 4 und 7 mm, 25 % zwischen 8 und 10 mm lagen. Der von mir angeführte Mittelwert von 6,66 (bzw. 6,63) mm kann somit auch nach diesem Vergleich als repräsentativ gelten.

B) Ligamentum sphenopetrosum inferius

1) Lage und Definition

Von der basalen Bindegewebeschicht des Cavum Meckeli überlagert und mit ihr fest verwachsen, deckt eine bindegewebige Platte den Carotiskanal ab. Nach medial setzt sich diese Schicht in einen mehr sagittal eingestellten Bandapparat fort, der sich zwischen der Lingula sphenoidalis und der Spitzenregion der Felsenbeinpyramide ausspannt. Es handelt sich bei diesem Band demnach um ein Ligamentum sphenopetrosum, dessen medialer Teil annähernd in einer paramedianen Sagittalebene steht und dessen lateraler den Unterrand der Impressio trigemini etwa in derselben Richtung wie diese nach vorne zum hinteren medialen Rand des großen Keilbeinflügels fortsetzt. Es existiert bereits ein Ligamentum sphenopetrosum, das die sogenannte Abducensbrükke darstellt. Dieses müßte am menschlichen Kopf als Ligamentum sphenopetrosum superius dem von uns (LANG, J. und STROBEL, F.J., 1978) benannten Ligamentum sphenopetrosum inferius gegenübergestellt werden, an dem wir eine Pars sagittalis von einer Pars transversalis unterscheiden.

Die Pars sagittalis schirmt die A. carotis interna und den Sinus cavernosus sowie insbesondere seine hintere untere Venenpforte unterschiedlich weit von lateral her ab und ist im vorderen Abschnitt von der Lingula sphenoidalis unterfüttert.

Von der Pars transversalis werden die rostrale laterale Carotiswand, der Plexus venosus caroticus internus sowie der sympathische N. caroticus mit seinen Ästen bedeckt.

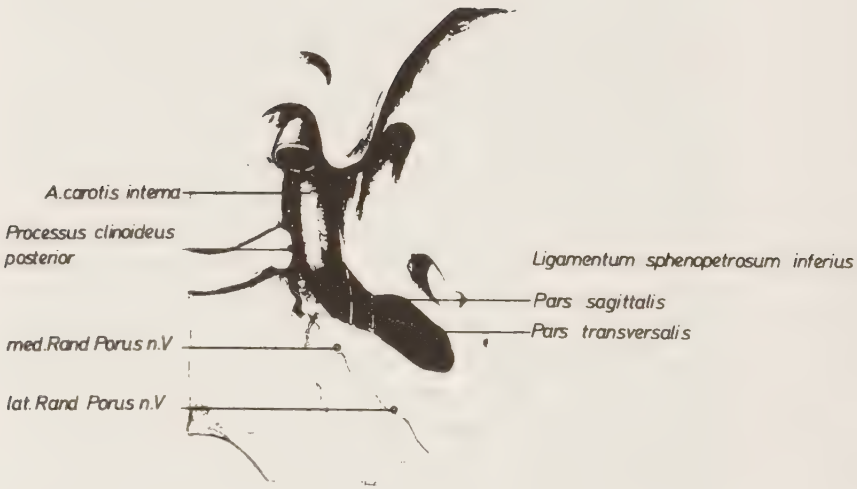


Abb.: 5 Fossa cranii media: Ligamentum sphenopetrosum inferius

2) Dicke und Höhe der Pars sagittalis

Die Fasern der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius gehen aus dem Periost des Carotiskanals, dem der Lingula sphenoidalis und dem der Pyramidenspitze hervor.
Die Dicke dieses Bandteils beträgt im Mittel rechts 0,5 ± 0,03 (0,3 - 1,0) mm, links ebenfalls 0,5 ± 0,03 (0,3 - 0,8) mm. Als Konfidenzintervall für den Mittelwert wurde rechts ein Bereich von 0,45 bis 0,55 mm, links von 0,43 - 0,57 mm ermittelt.
Die mittlere Höhe der Pars sagittalis mißt rechts 4,11 ± 0,25 (1,5 - 7,0) mm, links 3,58 ± 0,22 (1,0 - 6,0) mm. Der Rechts-Links-Unterschied erwies sich nach dem t - Test bei 50 Freiheitsgraden und der Irrtumswahrscheinlichkeit p = 0,05 als nicht signifikant. Als Vertrauensbereich für den Mittelwert ergab sich: rechts (3,6 - 4,62 mm), links (3,13 - 4,03 mm).

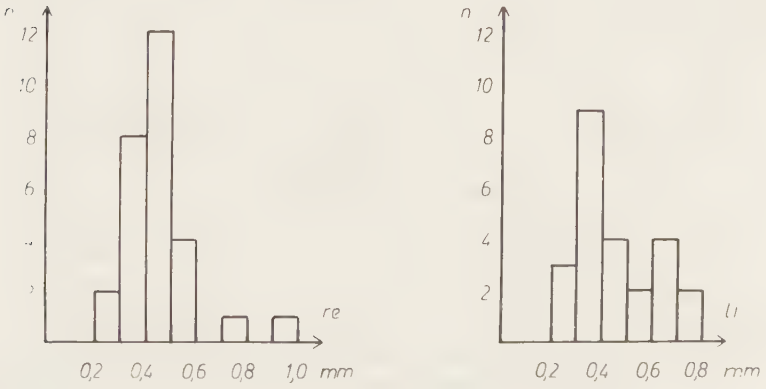


Abb.: 6 Dicke der Pars sagittalis

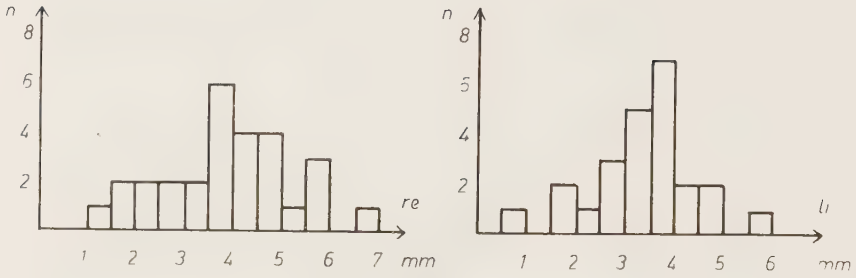


Abb.: 7 Höhe der Pars sagittalis

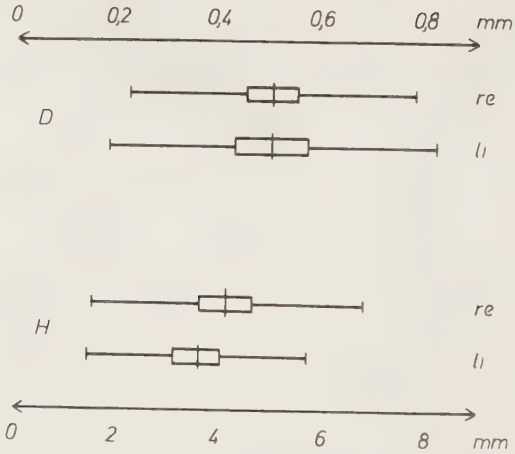


Abb.: 8 95 % VB der Mittelwerte und 2s NB für Dicke und Höhe der Pars sagittalis

3) Länge und Breite der Pars transversalis

Die Pars transversalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius überspannt als längliche, nach lateral sich verschmälernde, zum Teil spitz zulaufende, bindegewebige Platte den in der Regel hier dehiszenten Carotiskanal. Die recht unregelmäßige und sehr variable knöcherne Begrenzung dieser Öffnung wird einerseits vom hinteren, medialen Rand des großen Keilbeinflügels, andererseits vom Vorderrand der Felsenbeinpyramide gebildet. Die angrenzenden Knochen, von deren Periost die Fasern der Pars transversalis entspringen, laufen gelegentlich in feinste Lamellen aus, die dann in den transversalen Bandteil eingelagert sind. Vom Periost der Umgebung hebt sich die Pars transversalis durch ihre weißlich-bläuliche Farbe deutlich ab. Knorpelige Bestandteile, wie nach dem makroskopischen Aussehen denkbar, konnten histologisch nicht nachgewiesen werden. Bei einem Teil der Fälle (3 von 43) nähern sich die freien Ränder der Knochen so weit einander an, daß ein nicht meßbarer Abstand entsteht. Doch auch derartig kleine Lücken sind durch Bindegewebefasern verbunden. An 2 von 43 Präparaten findet sich eine knöcherne Verbindung.
Die größte Länge der Pars transversalis beträgt rechts 13,06 $\pm$ 1,0 (6,5 - 22,0) mm, links 11,95 $\pm$ 1,0 (6,0 - 23,5) mm. Das Konfidenzintervall reicht rechts von 11,02 bis 15,1 mm, links von 9,84 bis 14,06 mm.
An der Stelle der größten Breite ist im Mittel rechts ein Wert von 4,92 $\pm$ 0,54 (2,0 - 13,8) mm, links 4,18 $\pm$ 0,18 (3,0 - 5,1) mm zu messen. Der Bereich von 3,8 bis 6,05 mm auf der rechten und 3,8 bis 4,56 mm auf der linken Seite bildet den jeweiligen Vertrauensbereich für

den Mittelwert.
Bei je 36 Freiheitsgraden und der Irrtumswahrscheinlichkeit von p = 0,05 darf der Seitenunterschied weder bei der Länge noch bei der Breite als signifikant betrachtet werden.

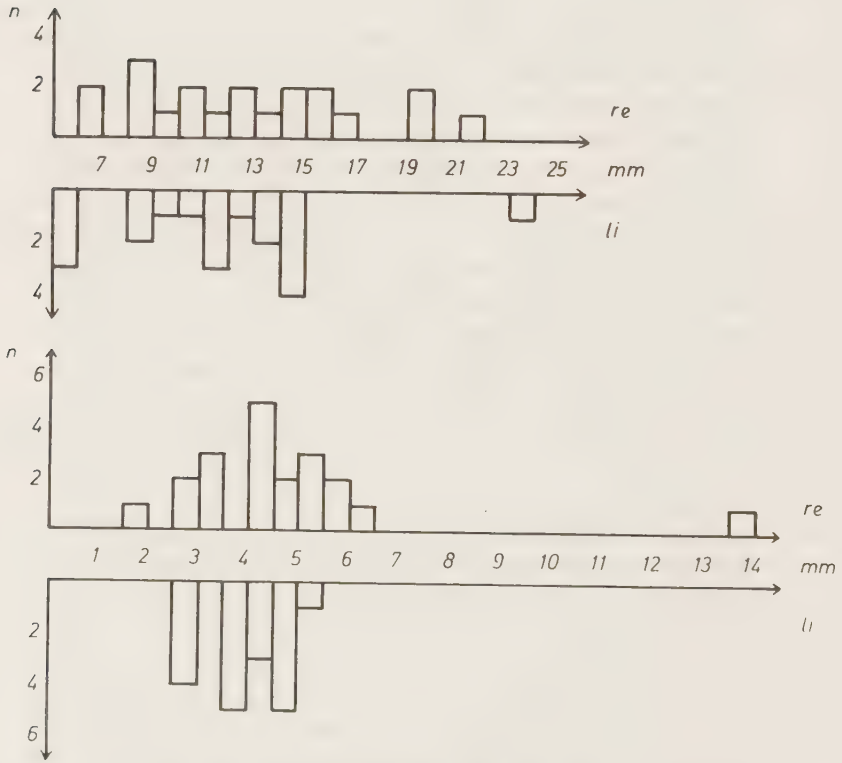


Abb.: 9 Länge (oben) und Breite der Pars transversalis

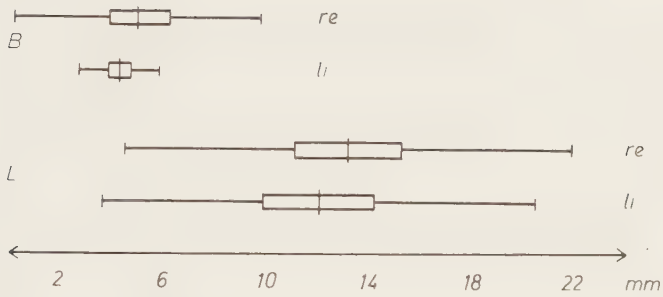


Abb.: 10 95 % VB der Mittelwerte und 2s NB für Länge und Breite der Pars transversalis

4) Kürzester Abstand der Lingula sphenoidalis vom Os petrosum

Die Lingula sphenoidalis stellt ein Gebilde sehr unterschiedlicher Form dar. RUTZ, K.-P. (1975) teilt die Formen in 5 Grundtypen ein. Mit großer Regelmäßigkeit (PLATZER, W. 1956) kann ein, wenn auch hinsichtlich seiner Größe sehr variabler Fortsatz des Os petrosum beobachtet werden, der unterschiedlich weit an die Lingula heranreicht. Beide Knochenfortsätze können sich dabei sehr nahe kommen, so daß eine von bindegewebigen Fasern gebildete "nahtförmige" (PLATZER, W. 1957) Verbindung (bei 3 von 49 Fällen) oder auch eine Knochenbrücke (bei 2 von 49) entsteht. Die Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius ist jedoch immer, unabhängig von der Größe des Abstandes, zu finden. Sind Lingula und Fortsatz des Os petrosum nahtförmig oder knöchern miteinander verbunden, so liegt sie am medialen Rand beider Fortsätze.

Als kürzester mittlerer Abstand zwischen der Lingula sphenoidalis und dem Fortsatz des Os petrosum wurden rechts 3,67 ± 0,35 (0,0 - 6,5) mm. links 3,72 ± 0,33 (0,0 - 6,2) mm ermittelt. Bei 42 Freiheitsgraden und einem p - Wert von 0,05 liegt der t - Wert weit innerhalb der Sicherheitsgrenzen, so daß der Rechts-Links-Unterschied als nicht signifikant anzusehen ist. Das Konfidenzintervall für den Mittelwert umschließt rechts einen Bereich von 2,95 bis 4,39 mm und links von 3,03 bis 4,41 mm.

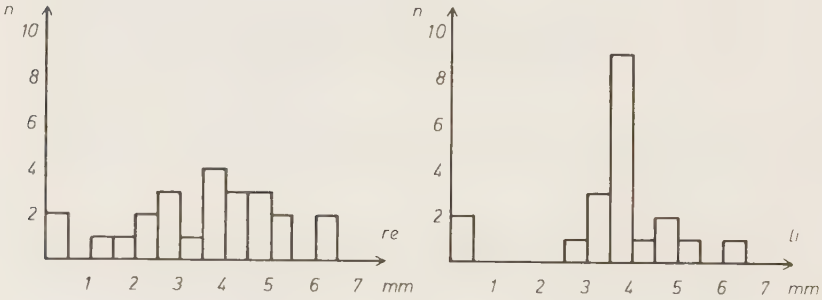


Abb.: 11 Abstand Lingula sphenoidalis vom Os petrosum

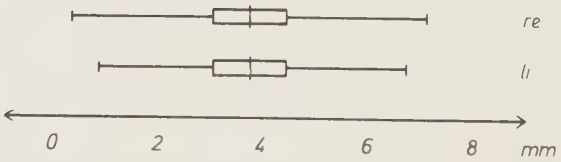


Abb.: 12 95 % VB des Mittelwertes und 2s NB für Abstand Lingula sphenoidalis vom Os petrosum

5) Einstellung des Oberrandes der Pars sagittalis zur Deutschen Horizontalebene und zur Mediansagittalebene

Bezüglich der Deutschen Horizontalen wurden drei mögliche Verlaufsrichtungen gefunden.
In 67,9 % rechts und 54,2 % links läuft der Oberrand der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius parallel (Typ I) zur Deutschen Horizontalen.
In 28,5 % rechts und 37,5 % links bildet er mit dieser Ebene einen nach dorsal offenen (Typ II) und in 3,6 % rechts und 8,3 % links einen nach rostral offenen Winkel (Typ III).

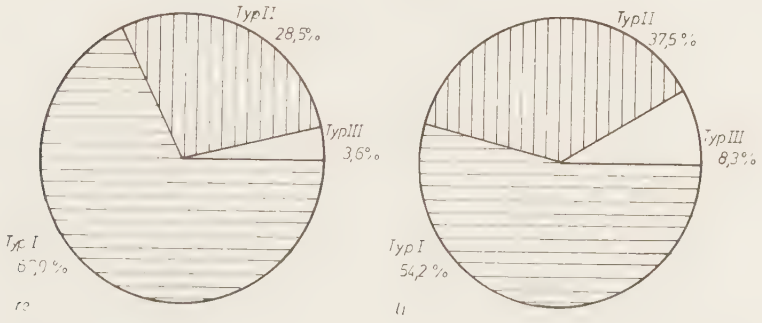


Abb.: 13 Prozentuale Verteilung der Verlaufsmöglichkeiten des Oberrandes der Pars sagittalis bezüglich der Deutschen Horizontalen

Bei der Einstellung des Oberrandes der Pars sagittalis zur Mediansagittalebene lassen sich ebenfalls drei mögliche Typen erkennen.
In 64,3 % rechts und 45,8 % links verläuft der Oberrand

von rostromedial nach dorsolateral (Typ I), wobei sich als Mittelwerte für die Winkel rechts 14,72 ± 1,28 (5 - 30)° und links 16,27 ± 2,56 (9 - 40)° ergeben. Bei 27 Freiheitsgraden ist der Unterschied auf dem 0,05 Niveau nicht signifikant. Als Vertrauensbereich findet sich: rechts 12,02 bis 17,42°, links 10,57 bis 21,97°.

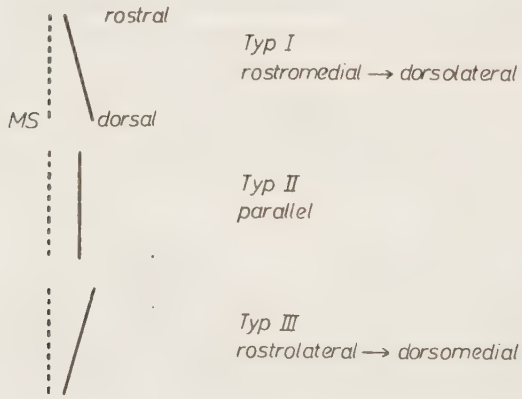


Abb.: 14 Verlaufsmöglichkeiten des Oberrandes der Pars sagittalis zur Mediansagittalen

In 25 % rechts und 29,2 % links nimmt der Oberrand der Pars sagittalis eine zur Mediansagittalebene parallele Verlaufsrichtung ein (Typ II).
Von rostrolateral nach dorsomedial (Typ III) läuft der Oberrand rechts in 10,7 % und links in 25 %. Die hier vorgefundenen mittleren Winkelwerte betragen rechts 14,67 ± 0,33 (14 - 15)° und links 14,17 ± 0,83 (10 - 15)°. Bei 7 Freiheitsgraden kann mit der Irrtumswahrscheinlichkeit p = 0,05 kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Das Konfidenzintervall reicht rechts von 13,23 bis 16,11, links von 12,03 bis 16,31.

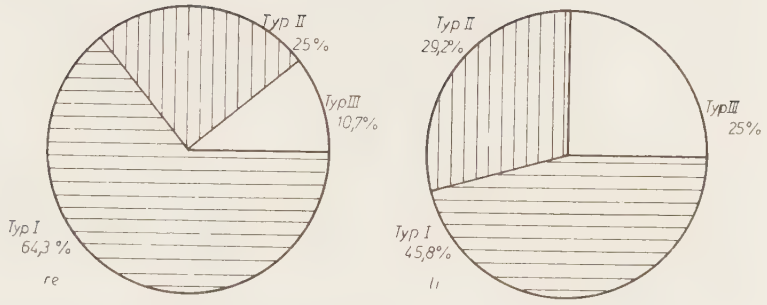


Abb.: 15 Prozentuale Verteilung der Verlaufsmöglichkeiten des Oberrandes der Pars sagittalis bezüglich der Mediansagittalen

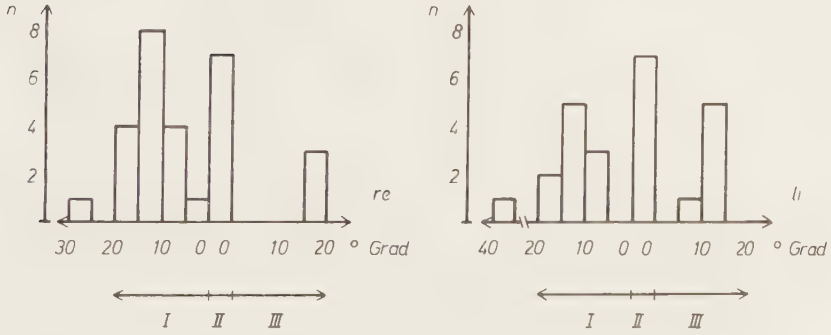


Abb.: 16 Winkel des Oberrandes der Pars sagittalis mit der Mediansagittalen (Typ I, II, III)

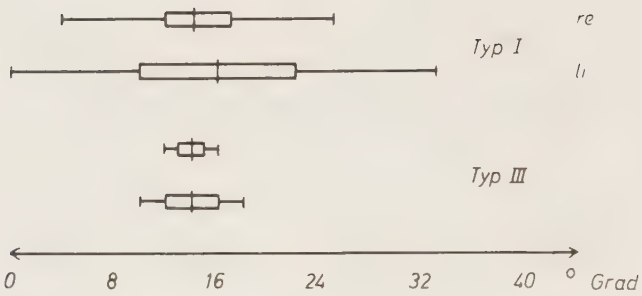


Abb.: 17 95 % VB der Mittelwerte und 2s NB für den Winkel des Oberrandes der Pars sagittalis mit der Mediansagittalen (Typ I, III)

6) Abstand Mitte des Oberrandes der Pars sagittalis
zur lateralen Schädelwand,
zum lateralen Rand des Porus n. trigemini,
zum medialen Rand des Porus n. trigemini,
zum Processus clinoideus posterior (duralis)

Für die folgenden Messungen diente als gemeinsamer Bezugspunkt die Mitte des Oberrandes der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius. Die verschiedenen Verlaufstypen bezüglich der Deutschen Horizontalen und der Mediansagittalen fanden dabei keine Berücksichtigung, da dann keine statistische Aussage möglich gewesen wäre und überdies eine solche Unterteilung im Hinblick auf die praktisch ärztliche Bedeutung wenig sinnvoll erschien.
Als Mittelwert für den Abstand des Bezugspunktes zur seitlichen Schädelwand wurden rechts 43,38 $\pm$ 0,82 (32,0 - 50,5) mm, links 42,73 $\pm$ 0,98 (36,0 - 58,1) mm

gemessen. Mit der Konfidenzwahrscheinlichkeit p = 0,95 liegt der Mittelwert der unbekannten, normalverteilten Grundgesamtheit, aus der unsere Stichprobe stammt, rechts im Bereich von 41,7 bis 45,06 mm, links von 40,71 bis 44,75 mm.

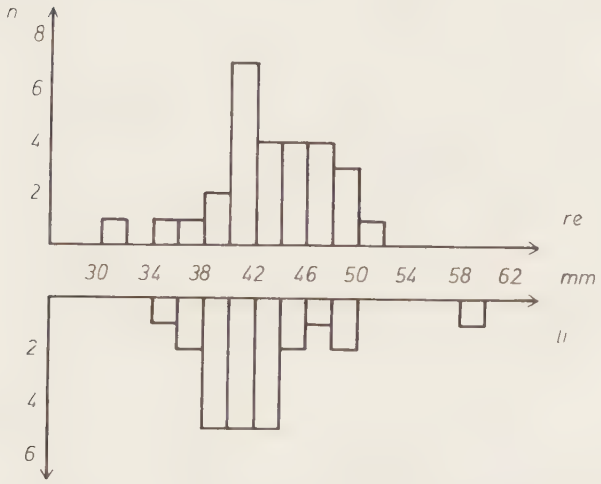


Abb.: 18 Abstand Mitte ORR der P. sagittalis zur lateralen Schädelwand

Vom lateralen Rand des Porus n. V ist der Bezugspunkt rechts 14,82 ± 0,38 (9,0 - 20,0) mm, links 13,76 ± 0,45 (8,9 - 17,0) mm entfernt. Das Konfidenzintervall für den Mittelwert umschließt rechts einen Bereich von 14,05 bis 15,59 mm, links von 12,83 bis 14,69 mm.
Die Entfernung des Meßpunktes zum medialen Rand des Porus n. V beträgt rechts im Mittel 10,16 ± 0,43 (6,5 - 17,9) mm, links 9,1 ± 0,38 (6,5 - 14,0) mm. Der Ver-

trauensbereich ist rechts von den Werten 9,27 und 11,05 mm, links 8,31 und 9,89 mm begrenzt.

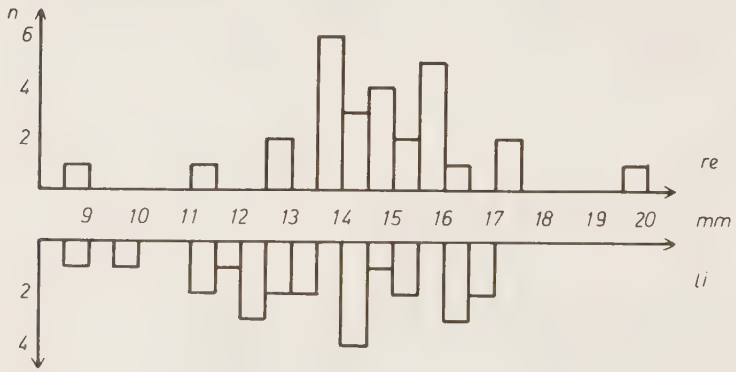


Abb.: 19 Abstand Mitte ORR der P. sagittalis zum lateralen Rand Porus n. V

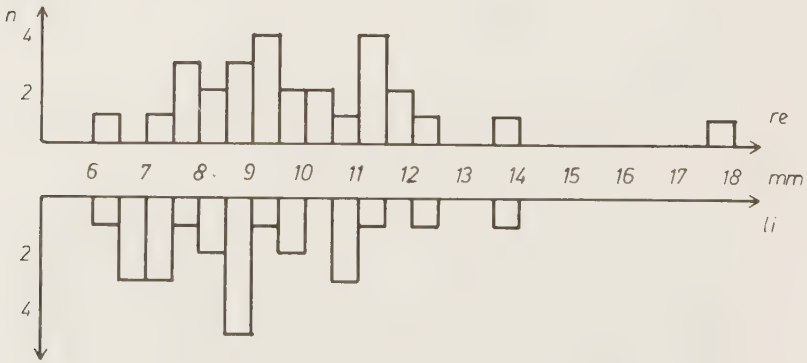


Abb.: 20 Abstand Mitte ORR der P. sagittalis zum medialen Rand Porus n. V

Für den Abstand Mitte Oberrand der Pars sagittalis vom Processus clinoideus posterior (duralis) wurde rechts ein Wert von 16,27 ± 0,57 (11,5 - 22,0) mm, links 15,35 ± 0,59 (10,0 - 20,0) mm ermittelt. Das Konfidenzintervall für den Mittelwert liegt rechts zwischen 15,1 und 17,44 mm, links zwischen 14,12 und 16,58 mm.

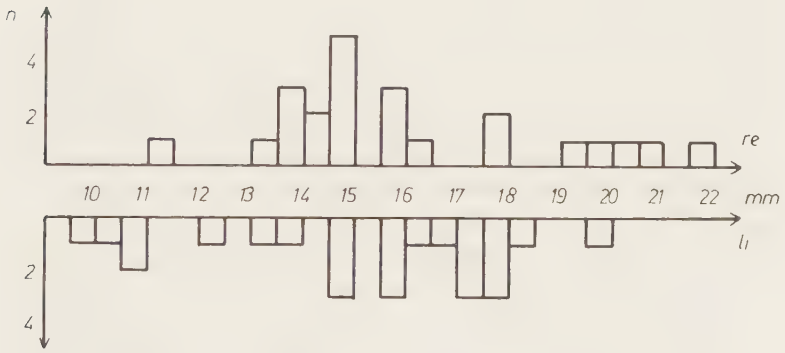


Abb.: 21 Abstand Mitte ORR der P. sagittalis zum Processus clinoideus posterior (duralis)

Bei sämtlichen Messungen ergab der t - Test bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von P = 0,05 und je 50, bzw. 44 Freiheitsgraden bei der letzten Messung, keine signifikanten Seitendifferenzen.

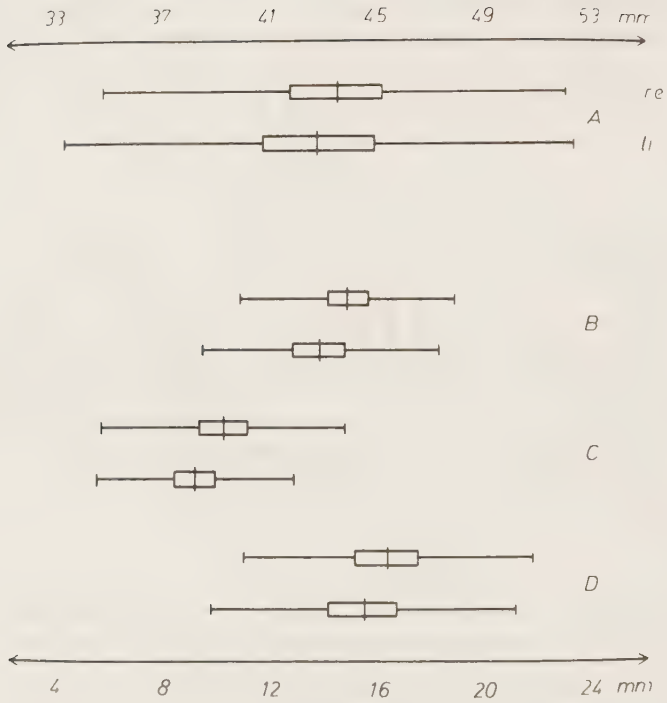


Abb.: 22 95 % VB der Mittelwerte und 2s NB für den Abstand Mitte ORR P. sagittalis zur lateralen Schädelwand (A) zum lateralen Rand Porus n. V (B), zum medialen Rand Porus n. V (C), zum Processus clinoideus posterior (duralis) (D).

7) Diskussion

Die bindegewebige Deckplatte des Carotiskanals, wie auch der sie nach medial fortsetzende Bandapparat finden in den Lehrbüchern der Anatomie meist nur kurze Erwähnung. Genauere Angaben über Ausdehnung, Form und Beschaffenheit liegen nicht vor. Lediglich PLATZER, W. (1956/57) beschäftigt sich näher mit dem jetzt als Ligamentum sphenopetrosum inferius bezeichneten Band und beschreibt es als fibröse, sehnig glänzende Platte, die mit ihrem freien Rand einerseits an der Lingula sphenoidalis und andererseits an der Pyramide ansetzt. Sein besonderes Interesse gilt dem Vorkommen der nahtförmigen und knöchernen Verbindung zwischen der Lingula und dem Fortsatz des Os petrosum, welche sich auch bei meiner Untersuchung fanden. Eine Erklärung für das Auftreten dieser Formen findet er im Konvergenzwinkel der Pyramiden: Bei größeren Winkelwerten kommen Pars petrosa und Lingula in engeren Kontakt und begünstigen so die Ausbildung derartiger Verbindungen.
Ebenso dürfte ein Zusammenhang zwischen der Pyramidenstellung und den oben beschriebenen verschiedenen Verlaufsmöglichkeiten des Oberrandes der Pars sagittalis bezüglich der Mediansagittalebene bestehen.
Die Pyramidenstellung selbst ist nach den mit Hilfe röntgenologischer Methoden durchgeführten Untersuchungen von PUTZ, R. (1974) nicht vom Längen-Breiten-Index und damit nicht von der äußeren Schädelform abhängig.
WIEGAND, H.-R. (1965) findet am knöchernen Schädel eine stets voluminösere rechte mittlere Schädelgrube, DAUSACKER, J. (1974), wie erwähnt, am Feuchtpräparat rechts eine signifikant größere Breite. Bei meiner

Messung zeigt der Abstand der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius von der seitlichen Schädelwand auf der rechten Seite ebenfalls eine Dominanz, der t - Wert jedoch liegt weit innerhalb der Sicherheitsgrenzen.

C) Verlauf der Nn. petrosi innerhalb der Fossa cranii media

1) Verlaufsbeschreibung

Am Ganglion geniculi des N. facialis (VII) verlassen die Fasern des N. petrosus major den Nervenstamm und gelangen durch den Hiatus canalis n. petrosi majoris auf die cerebrale Fläche der Felsenbeinpyramide. In einem gleichnamigen Sulcus zieht der Nerv in die knochennahe Duraschicht eingewoben und vom Ganglion trigeminale bedeckt auf die Pars transversalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius. Vor und etwas unterhalb des N. petrosus major tritt der N. petrosus minor aus dem Knochen aus, um zusammen mit diesem die fibröse Deckplatte des Carotiskanals zu erreichen. In schrägen, gelegentlich auch in senkrechten Verläufen durchziehen in der Regel beide Nerven die Pars transversalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius, verlaufen dann eine Strecke weit unter diesem Band nach medial und vorne und durchdringen schließlich die Fibrocartilago basalis. Gelegentlich (bei 7 von 45 Präparaten) überdeckt eine kleine Knochenlamelle den Anfangsteil beider Nerven nach ihrem eigentlichen Austritt aus dem Knochen und läßt sie dadurch durch eine gemeinsame Öffnung auf der Felsenbeinpyramide erscheinen. Bei ebenfalls 7 von 45 Präparaten verliefen die Nerven am Vorderrand der Pars transversalis, um durch eine eigene Öffnung im Knochen die mittlere Schädelgrube zu verlassen.

2) Abstand der Nn. petrosi nach Eintritt in die Fossa cranii media

Der Abstand der Nn. petrosi nach Eintritt in die Fossa cranii media muß, wie oben erwähnt, nicht mit dem Abstand des Hiatus canalis n. petrosi majoris vom Hiatus canalis n. petrosi minoris identisch sein. Nach Abtragen der deckenden Durafasern wurde dieser Wert in jedem Fall ohne weitere Präparation gemessen.
Dabei ergab sich rechts ein Mittelwert von 2,19 $\pm$ 0,44 (0,0 - 10,0) mm, links 2,59 $\pm$ 0,36 (0,0 - 6,5) mm. Das Konfidenzintervall für den Mittelwert reicht rechts von 1,27 bis 3,1 mm, links von 1,82 bis 3,36 mm. Bei p = 0,05 besteht kein signifikanter Seitenunterschied.

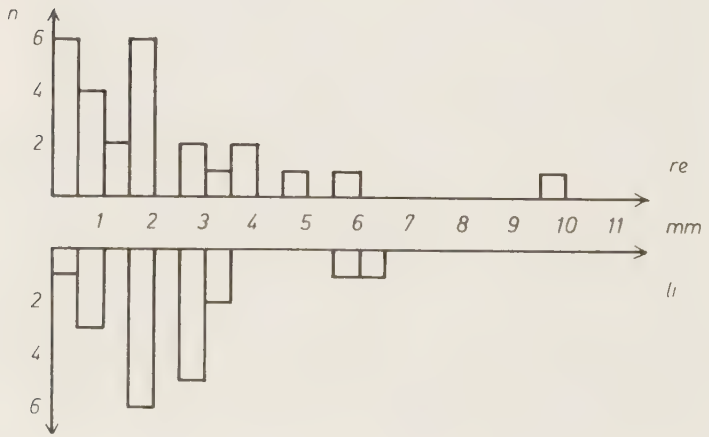


Abb.: 23 Abstand der Nn. petrosi

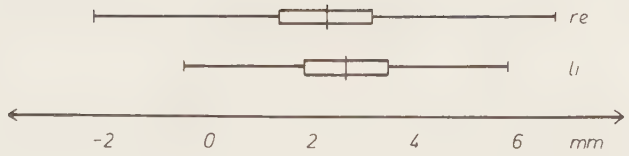


Abb.: 24 95 % VB des Mittelwertes und 2s NB für den Abstand der Nn. petrosi

3) Diskussion

SIEGLBAUER, F. (1963) beschreibt einen extraduralen Verlauf der Nn. petrosi auf der cerebralen Fläche der Felsenbeinpyramide. Demgegenüber fand ich stets beide Nerven in die knochennahe Duraschicht eingelagert. Die am meisten gefürchtete Folge einer Rhizotomie der Pars triangularis n. trigemini nach temporalem Zugang ist eine Mitschädigung des N. facialis. Diese soll durch Zug am N. petrosus major erfolgen, über den das Ganglion geniculi und der VII. Hirnnerv betroffen werde. Dabei würden also die den Nerv umgebenden Fasern die beim Anheben der Dura auftretenden Kräfte auf den N. petrosus major übertragen. Wahrscheinlicher jedoch dürfte die Facialisschädigung durch eine Minderversorgung des Nerven zustande kommen, da bei oben genannter Operation der Hauptzustrom zu diesem Abschnitt des N. facialis, die A. meningea media, unterbunden werden muß (LANG, J. 1978).

D) Verlauf der A. carotis interna und des N. abducens innerhalb des Sinus cavernosus

Nach Ablösen der tiefen Schicht des Cavum Meckeli sind die Übergangsstrecken der A. carotis interna und des N. abducens in den Sinus cavernosus freigelegt.

1) Verlaufstypen der A. carotis interna

Die A. carotis interna tritt aus dem Canalis caroticus in den Sinus medial der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius ein. In recht unterschiedlichem Verlauf zieht sie an der Seite des Keilbeinkörpers nach vorne und medial, wobei der mit der Mediansagittalen eingeschlossene Winkel 25 - 35° (PLATZER, W. 1957) beträgt. Unterhalb und medial des Processus clinoideus anterior wendet sie sich im scharfen Bogen nach dorsomedial, um den Sinus durch seine obere Wand wieder zu verlassen.
Die verschiedenen Verlaufsmöglichkeiten der Arterie innerhalb des Sinus wurden von PLATZER, W. (1957) in drei Gruppen eingeteilt. Ein nahezu gestreckter Verlauf (1. Gruppe) findet sich an unserem Untersuchungsgut bei insgesamt 17 %. Bei 53 % steigt die Arterie nach ihrem Eintritt in den Sinus zunächst ziemlich steil auf, um unter dem Processus clinoideus posterior rechtwinklig umzubiegen und in einen horizontalen Teil überzugehen (2. Gruppe). Eine deutliche S- Form der Carotis (3. Gruppe) wurde bei 30 % der untersuchten Präparate festgestellt.

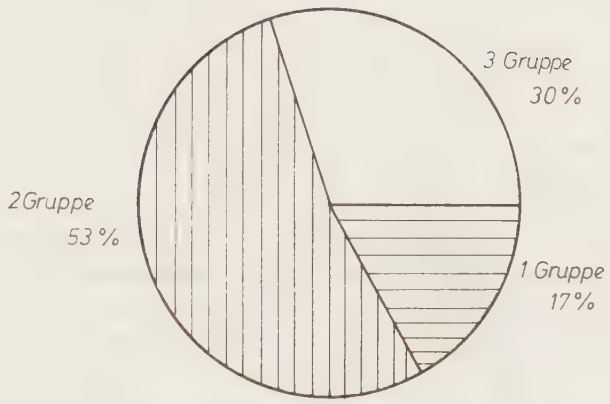
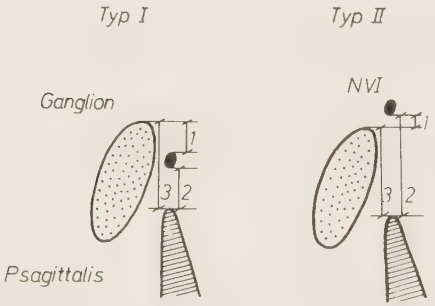


Abb.: 25 Prozentuale Verteilung der Typen der A. carotis interna im Sinus cavernosus

2) Verlauf des N. abducens; Typeneinteilung der N. VI-Lage in Bezug auf den Oberrand des Ganglion trigeminale

Über die Spitzenregion der Pars petrosa und an dieser Stelle vom Ligamentum sphenopetrosum "superius" überbrückt, gelangt der N. abducens in den Sinus cavernosus. Im Bogen, dessen Größe von der Stärke und Lage der A. carotis interna bestimmt wird, wendet sich der Nerv an die laterale Seite des Blutgefäßes. Geradlinig oder leicht nach unten konvex zieht er dann in einem paramedianen bis rostrolateralen Verlauf zur Fissura orbitalis superior. Während seiner gesamten Sinusstrecke verläuft der N. VI im Venenblut. Oberhalb der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius findet sich in der Regel die Anastomose zwischen dem

sympathischen N. caroticus und dem N. abducens. Im hintern Sinusabschnitt grenzt der VI. Hirnnerv, durch die mediale Wand des Cavum Meckeli getrennt, lateral an das Ganglion trigeminale; im vorderen Teil ist er seitlich vom N. ophthalmicus bedeckt. Dieser Verlauf, bei dem der Nerv unterhalb des Ganglienoberrandes zieht und deshalb von lateral her zunächst nicht sichtbar ist (Typ I), liegt in 84 % rechts und 77,3 % links vor. Bei 16 % rechts und 22,7 % links verläuft der Nerv zunächst oberhalb des Oberrandes des Ganglion trigeminale (Typ II), um erst im weiteren Verlauf hinter dem N. ophthalmicus zu verschwinden.



1 = N.VI - Oberrand (ORR) Ganglion
2 = N.VI - ORR P.sagittalis
3 = ORR Ganglion - ORR P sagittalis

Abb.: 26 Schematische Darstellung der N. VI - Typen bezüglich des ORR des Ganglion trigeminale

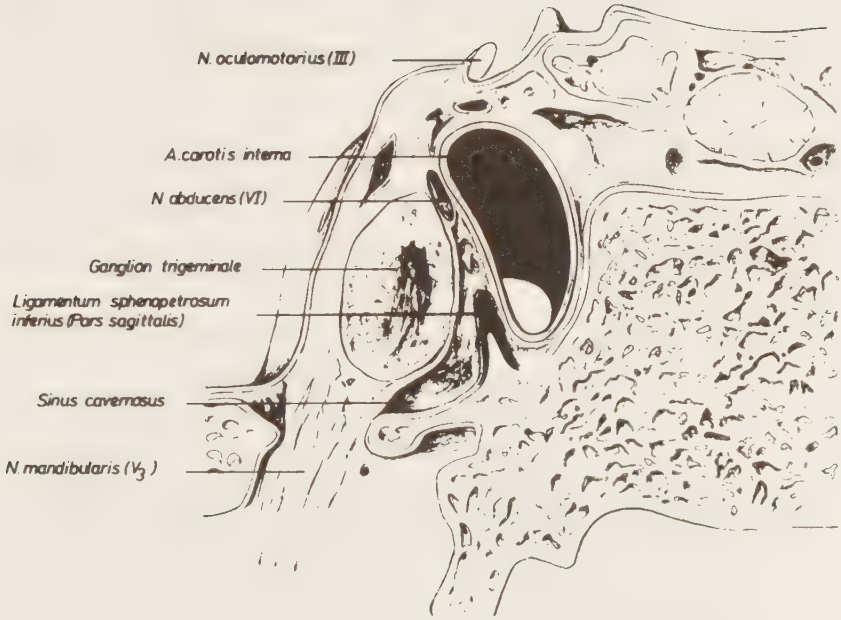


Abb.: 27 Frontalschnitt durch Ganglion trigeminale und Sinus cavernosus im Bereich des Foramen ovale

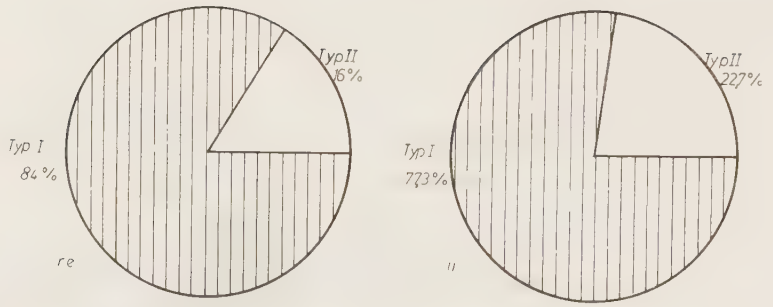


Abb.: 28 Prozentuale Verteilung der N. VI - Typen

3) Abstand des N. abducens vom Oberrand des Ganglion trigeminale

Bei Typ I beträgt der Abstand des N. abducens vom Oberrand des Trigeminusganglion rechts im Mittel 1,29 $\pm$ 0,25 (0,0 - 4,7) mm, links 1,63 $\pm$ 0,43 (0,0 - 6,0) mm. Das Konfidenzintervall für den Mittelwert umschließt rechts einen Bereich von 0,77 bis 1,81 mm, links von 0,72 bis 2,55 mm.

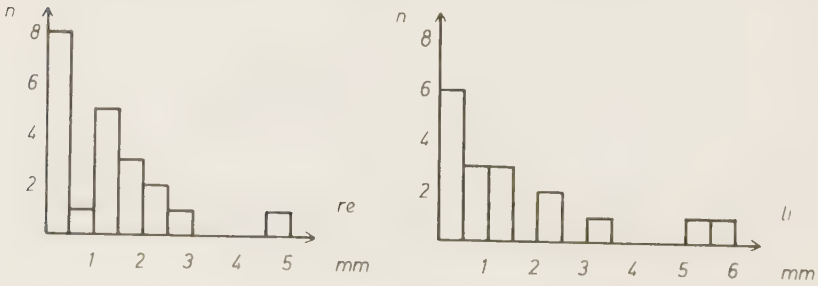


Abb.: 29 Abstand N. VI vom ORR Ganglion trigeminale (Typ I)

Bei Lagetyp II verläuft der N. VI rechts durchschnittlich 1,5 ± 0,36 (1,0 - 2,5) mm, links 0,94 ± 0,51 (0,3 - 3,0) mm oberhalb des oberen Ganglienrandes. Hier liegt der Vertrauensbereich rechts zwischen den Werten 0,37 und 2,63 mm, links zwischen - 0,49 und 2,37 mm.

re	1,0	1,0	1,5	2,5	
li	0,3	0,4	0,5	0,5	3,0

Tab.: 1 Abstand des N. abducens vom ORR des Ganglion trigeminale bei Typ II

4) Abstand des N. abducens vom Oberrand der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius

Als Mittelwert für den Abstand des N. VI vom Oberrand der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius ergab sich bei Typ I rechts ein Wert von 2,7 ± 0,28 (1,0 - 6,0) mm, links 2,56 ± 0,37 (0,0 - 5,5) mm. Das Konfidenzintervall liegt rechts zwischen 2,11 und 3,29 mm, links zwischen 1,77 und 3,35 mm.

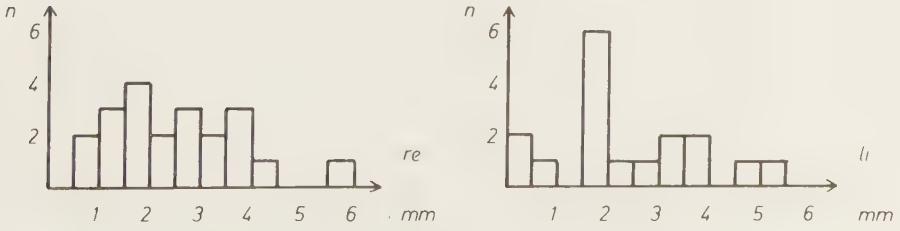


Abb.: 30 Abstand N. VI vom ORR der P. sagittalis (Typ I)

Bei Typ II ist der VI. Hirnnerv vom Oberrand der Pars sagittalis rechts 5,13 ± 1,64 (3,0 - 10,0) mm, links 4,68 ± 1,31 (2,0 - 9,5) mm entfernt. Als Vertrauensbereich findet sich: rechts - 0,09 bis 10,35 mm, links 1,04 bis 8,32 mm.

re	3,0	3,5	4,0	10,0	
li	2,0	2,8	4,1	5,0	9,5

Tab.: 2 Abstand des N. abducens vom ORR des P. sagittalis bei Typ II

5) Abstand des Oberrandes des Ganglion trigeminale vom Oberrand der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius

Für den Abstand des Ganglienoberrandes von der Pars sagittalis wurde beim N. VI - Lagetyp I rechts ein Wert von 4,49 ± 0,29 (2,5 - 7,2) mm, links 4,97 ± 0,4 (2,5 - 8,2) mm ermittelt. Das Konfidenzintervall ist rechts von den Werten 3,88 und 5,1 mm, links 4,13 und 5,81 mm begrenzt.
Für den Typ II lauten die entsprechenden Mittelwerte: rechts 3,63 ± 1,68 (1,0 - 8,5) mm, links 3,74 ± 0,87 (1,5 - 6,5) mm. Als Vertrauensbereich ergibt sich: rechts - 1,7 bis 8,96, links 1,33 bis 6,15 mm.

re	1,0	2,0	3,0	8,5	
li	1,5	2,4	3,8	4,5	6,5

Tab.: 3 Abstand des ORR des Ganglion trigeminale vom ORR der P. sagittalis bei Typ II

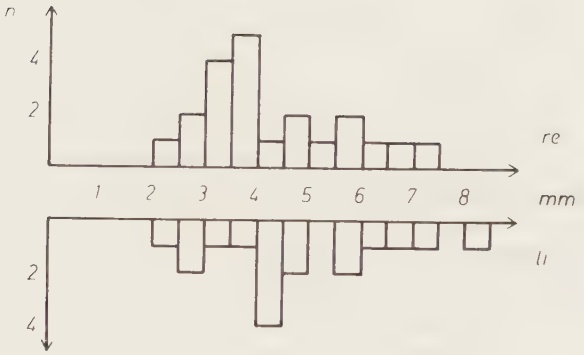


Abb.: 31 Abstand ORR des Ganglion trigeminale vom ORR der P. sagittalis (Typ I)

Die bei allen Messungen gefundenen Seitenunterschiede wurden im t - Test für unverbundene Stichproben auf ihre Signifikanz hin untersucht. Dabei zeigte sich, daß bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p = 0,05 und je 36 Freiheitsgraden bei Typ I, bzw. je 7 bei Typ II, der t - Wert jedesmal weit innerhalb der Sicherheitsgrenzen lag.
Die bei den N. VI - Lagetypen I und II gefundenen unterschiedlichen Mittelwerte für den Abstand des N. abducens vom Oberrand der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius, sowie die Differenz bei den Werten für den Abstand des Ganglienoberrandes von der Pars sagittalis wurden einer Signifikanzprüfung mit p = 0,05 unterzogen. Danach ist festzustellen, daß bei den Werten, mit denen bei den beiden Typen das Ganglion den Oberrand der Pars sagittalis überragt, Unterschiede zwar vorkommen können, statistisch gesehen dies jedoch

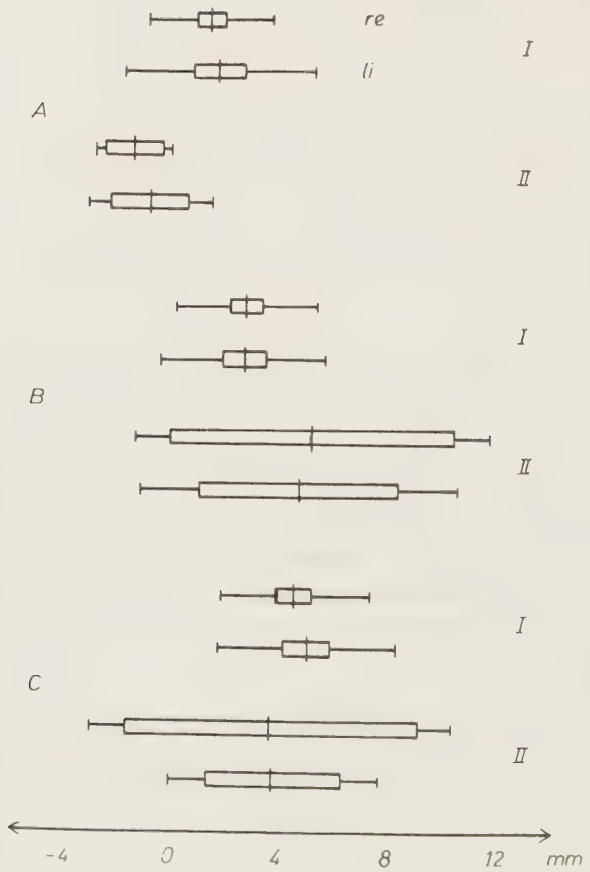


Abb.: 32 95 % VB der Mittelwerte und 2s NB für den Abstand N. VI - ORR Ganglion trigeminale (A)
N. VI - ORR P. sagittalis (B)
ORR Ganglion trigeminale - ORR P. sagittalis (C)

ein seltenes Ereignis ist. Die Differenz zwischen den Mittelwerten für die jeweilige Entfernung des VI. Hirnnerven von der Pars sagittalis muß dagegen als signifikant betrachtet werden.
Somit ist die Typeneinteilung der N. VI - Lage statistisch durchaus berechtigt. Da das Ganglion den sagittalen Teil des Bandes, unabhängig von dieser Typeneinteilung, im Mittel immer gleichweit überragt, ist die Lage des N. abducens unter- oder oberhalb des Ganglienoberrandes durch diese signifikant verschiedenen Abstände von der Pars sagittalis bedingt, und nicht etwa durch eine unterschiedliche Ganglienlage.

6) Winkel des N. abducens mit der Mediansagittalebene

Im Anschluß an die seitliche Ausbiegung, die der N. VI um die A. carotis interna macht, kann er entweder parallel zur Mediansagittalen oder nach rostrolateral zur Fissura orbitalis superior verlaufen.
Mit der Mediansagittalen bildet der Nervenverlauf nach rostral rechts Winkel von im Mittel 14,56 $\pm$ 1,28 (10 - 40)^{o}, links 18,09 $\pm$ 1,83 (0 - 35)^{o}. Der 95 % Vertrauensbereich liegt rechts zwischen 11,92 und 17,2^{o}, links zwischen 14,28 und 21,9^{o}. Im t - Test erweist sich der Rechts-Links-Unterschied bei 45 Freiheitsgraden mit der Irrtumswahrscheinlichkeit p = 0,05 als nicht signifikant.

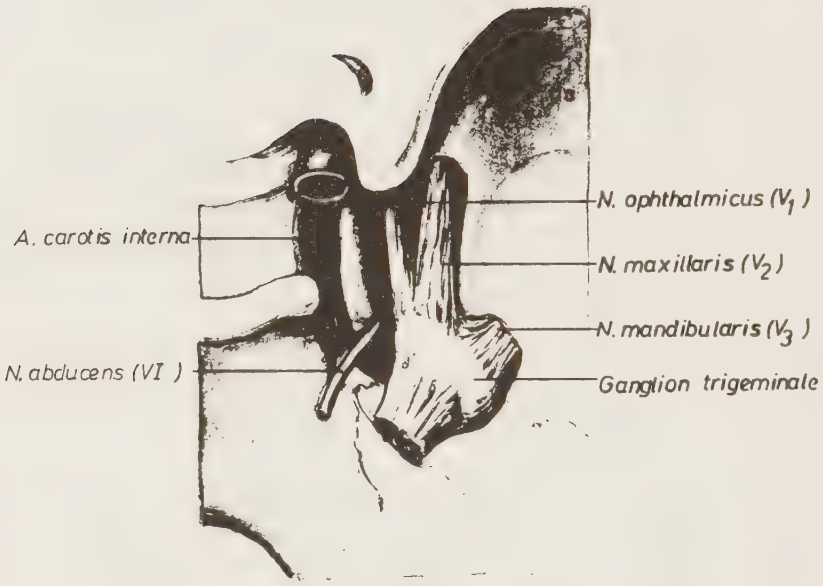


Abb.: 33 Fossa cranii media: Lagebeziehung des Ganglion trigeminale zu N. VI und A. carotis interna

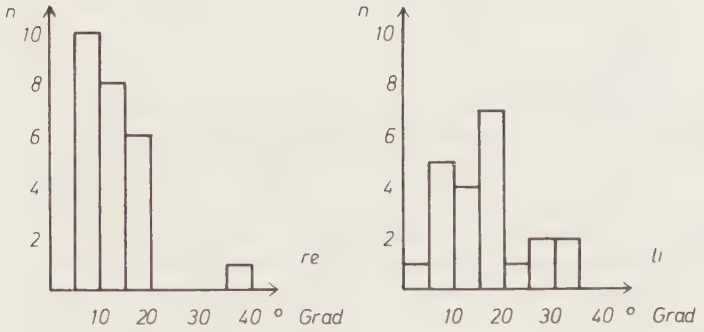


Abb.: 34 Winkel des N. VI mit der Mediansagittalen

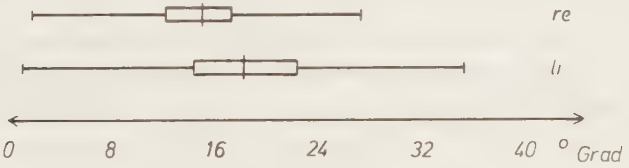


Abb.: 35 95 % VB des Mittelwertes und 2s NB für den Winkel des N. VI mit der Mediansagittalen

7) Diskussion

Die von PLATZER, W. (1957) gegebene Darstellung des Verlaufes der A. carotis interna im Sinus cavernosus, wie auch die prozentuale Verteilung der Verlaufstypen kann durch meine Beobachtungen weitgehend bestätigt werden. Findet er bei seiner Untersuchung von 220 Carotiden Erwachsener 16 %, bzw. 54 %, bzw. 30 % den jeweiligen Typen (gestreckte Form, Mittelform, S- Form) zugehörig, so sind es bei meinem weniger umfangreichen

Untersuchungsgut (47) 17 %, bzw. 53 %, bzw. 30 %. Es ist somit sicherlich nicht richtig, den S-förmigen Arterienverlauf im Sinus als Regelfall zu bezeichnen (BENNINGHOFF, A. - GOERTTLER, K. (1964), BRAUS, H. - ELZE, C. (1960)).

In den Lehrbüchern wird der Verlauf des N. abducens innerhalb des Sinus meist nur als lateral der Carotis beschrieben. Nähere Angaben oder Meßwerte liegen nicht vor. Die Abweichung des N. VI von der Mediansagittalebene nach rostrolateral zeigt auf der linken Seite einen größeren Winkelwert als auf der rechten Seite. Eine Signifikanz ($p = 0{,}05$) ist jedoch nicht nachzuweisen. Dieser Befund muß im Zusammenhang mit der Beobachtung von TISCH-ROTTENSTEINER, K. (1975) gesehen werden, nach der die Fissura orbitalis superior, die der N. VI schließlich erreicht, links etwas weiter lateral liegt als rechts. Eine Signifikanz findet sich bei ihm aber auch nur bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 47 %.

IV. Zusammenfassung

An einer Serie von 28 rechten und 24 linken Kopfhälften werden im Bereich der mittleren Schädelgrube die Beziehungen der Hirnhäute zu den hier liegenden Teilen des N. trigeminus, die bindegewebige Deckplatte des Carotiskanals und der Verlauf der Nn. petrosi, sowie der Verlauf der A. carotis interna und insbesondere des N. abducens innerhalb des Sinus cavernosus untersucht. Dabei wird eine Reihe von Meßwerten ermittelt, die statistisch ausgewertet werden. Eine Unterscheidung zwischen den Seiten dient der Ermittlung eventuell signifikanter Rechts-Links-Differenzen

1) Die Befunde von FERNER, H. (1948) bezüglich des Baues und der Ausdehnung des Cavum Meckeli können bestätigt werden. Das Cavum Meckeli stellt einen abgeplatteten Durasack dar, der unter der Dura mater der mittleren Schädelgrube liegt, die Pars triangularis n. trigemini, das Ganglion trigeminale und die Aufzweigung in die Trigeminusäste enthält. Die Arachnoidea kleidet diesen Raum aus und begrenzt die Cisterna trigemini. Gegensätzlich zu früheren Angaben wird festgestellt, daß die motorische Trigeminuswurzel in die Arachnoidea und die basale Wand des Cavum Meckeli eingewoben ist. Der obere Rand des Ganglion trigeminale ist von der lateralen Schädelwand rechts 41,0 $\pm$ 0,82 mm, links 40,1 $\pm$ 0,94 mm entfernt.
Die intracranielle Länge der Trigeminusäste beträgt:
N. ophthalmicus (V_1): rechts 15,52 $\pm$ 0,58 mm
links 15,77 $\pm$ 0,50 mm

N. maxillaris (V_2) : rechts 10,34 ± 0,57 mm
links 10,33 ± 0,54 mm
N. mandibularis (V_3): rechts 6,66 ± 0,45 mm
links 6,63 ± 0,36 mm

2) Die bindegewebige Deckplatte des Carotiskanals und der zwischen Lingula sphenoidalis und Pyramidenspitze liegende Bandapparat wird als Ligamentum sphenopetrosum inferius bezeichnet und in eine Pars sagittalis und eine Pars transversalis unterteilt.
Die Dicke der Pars sagittalis beträgt rechts 0,5 ± 0,03 mm, links 0,5 ± 0,03 mm, die Höhe rechts 4,11 ± 0,25 mm, links 3,58 ± 0,22 mm.
Für die Länge der Pars transversalis wurde rechts ein Wert von 13,06 ± 1,0 mm, links 11,95 ± 1,0 mm ermittelt, für die Breite rechts 4,92 ± 0,54 mm, links 4,18 ± 0,18 mm.
Der kürzeste Abstand zwischen der Lingula sphenoidalis und dem Os petrosum mißt rechts 3,67 ± 0,35 mm, links 3,72 ± 0,33 mm.
Sowohl die Größe der Pars transversalis (Länge u. Breite), wie auch der Abstand zwischen der Lingula und der Pyramidenspitze variieren stark.
Zur Deutschen Horizontalebene verläuft der Oberrand der Pars sagittalis entweder parallel (rechts 67,9 %, links 54,2 %) oder mit einem nach dorsal offenen (rechts 28,5 %, links 37,5 %) oder einem nach rostral offenen Winkel (rechts 3,6 %, links 8,3 %).
Bei der Einstellung des Oberrandes der Pars sagittalis zur Mediansagittalebene sind drei mögliche Typen zu erkennen:
Typ I : Verlauf von rostromedial nach dorsolateral
prozent. Anteil: rechts 64,3 %, links 45,8 %

Winkel: rechts 14,72 ± 1,28 °
links 16,27 ± 2,56 °

Typ II : Parallelverlauf
prozent. Anteil : rechts 25 %, links 29,2 %

Typ III : Verlauf von rostrolateral nach dorsomedial
prozent. Anteil : rechts 10,7 %, links 25 %
Winkel: rechts 14,67 ± 0,33 °
links 14,17 ± 0,83 °

Die Abstände der Mitte des Oberrandes der Pars sagittalis zu folgenden Punkten betragen:

zur lat. Schädelwand : rechts 43,38 ± 0,82 mm
links 42,73 ± 0,98 mm

zum lat. Rand des Porus n. V : rechts 14,82 ± 0,38 mm
links 13,76 ± 0,45 mm

zum med. Rand des Porus n. V : rechts 10,16 ± 0,43 mm
links 9,10 ± 0,38 mm

zum Proc. clinoideus post. : rechts 16,27 ± 0,57 mm
links 15,35 ± 0,59 mm

3) Die Nn. petrosi verlaufen in der knochennahen Duraschicht vom Ganglion trigeminale bedeckt auf die Pars transversalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius, um durch dieses Band die mittlere Schädelgrube zu verlassen. Dieser Austritt ist jedoch meist recht unterschiedlich gestaltet.
Nach Eintritt in die Fossa cranii media sind beide Nerven im Mittel rechts 2,19 ± 0,44 mm, links 2,59 ± 0,36 mm voneinander entfernt.

4) Die Verlaufsformen der A. carotis interna innerhalb des Sinus cavernosus werden den von PLATZER, W. (1957) aufgestellten Gruppen zugeordnet. Dabei finden

sich 17 % der gestreckten Form, 53 % der Mittelform und 30 % der S- Form zugehörig.
Der N. abducens kann auf seiner Strecke innerhalb des Sinus zwei verschiedene Lagen bezüglich des oberen Randes des Ganglion trigeminale einnehmen. Bei Typ I (rechts 84 %, links 77,3 %) liegt dieser Nerv unterhalb, bei Typ II (rechts 16 %, links 22,7 %) oberhalb des Bezugspunktes.
Folgende Meßwerte wurden ermittelt:
Abstand des N. abducens vom Oberrand des Ganglion trigeminale:

Typ I :	rechts	1,29 ± 0,25 mm
	links	1,63 ± 0,43 mm
Typ II :	rechts	1,50 ± 0,36 mm
	links	0,94 ± 0,51 mm

Abstand des N. abducens vom Oberrand der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius:

Typ I :	rechts	2,70 ± 0,28 mm
	links	2,56 ± 0,37 mm
Typ II :	rechts	5,13 ± 1,64 mm
	links	4,68 ± 1,31 mm

Abstand des Oberrandes des Ganglion trigeminale vom Oberrand der Pars sagittalis:

Typ I :	rechts	4,49 ± 0,29 mm
	links	4,97 ± 0,40 mm
Typ II :	rechts	3,63 ± 1,68 mm
	links	3,74 ± 0,87 mm

Winkel des N. abducens mit der Mediansagittalebene (Verlauf nach rostrolateral):

rechts	14,56 ± 1,28 °
links	18,09 ± 1,83 °

Bei allen Meßreihen wurden die vorgefundenen unterschiedlichen Mittelwerte der rechten und linken Seite einer Signifikanzprüfung nach dem t- Test für unverbundene Stichproben bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0{,}05$ unterzogen. Danach kann für sämtliche Messungen mit einer Sicherheit von 95 % ausgesagt werden, daß Unterschiede zwischen den Seiten zwar vorkommen können, dies jedoch statistisch gesehen ein seltenes Ereignis ist.

V. Literaturverzeichnis

BENNINGHOFF, A. - GOERTTLER, K.
Lehrbuch der Anatomie des Menschen
3. Bd., 7. Aufl.
Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien (1964)

BENNINGHOFF - GOERTTLER
(Hsg. FERNER, H. und STAUBESAND, J.)
Lehrbuch der Anatomie des Menschen
3. Bd., 9. Aufl.
Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien (1975)

BRAUS, H. - ELZE, C.
Anatomie des Menschen
3. Bd., 2. Aufl.
Springer, Berlin (1960)

BURR, M. S. und ROBINSON, G.
1925, zit. nach HOCHSTETTER, F. (1939)

CORNING, H. K.
Lehrbuch der topographischen Anatomie
23. Aufl.
Springer, Berlin (1946)

DANDY, W. E.
1938, zit. nach FERNER, H. (1948)

DAUSACKER, J.
Praktisch-anatomische Befunde an der mittleren
und hinteren Schädelgrube
Inauguraldissertation Würzburg (1974)

FERNER, H.
Über den Bau des Ganglion semilunare (Gasseri) und der Trigeminuswurzel beim Menschen
Z. Anat. 110 : 391-404 (1940)
Zur Anatomie der intrakraniellen Abschnitte des Nervus trigeminus
Z. Anat. Entw. Gesch. 114 : 108-122 (1948)

FRANKE, H.
Manuskript und Vortrag
Thieme, Stuttgart (1969)

HAFFERL, A.
Lehrbuch der topographischen Anatomie
3. Aufl.
Springer, Berlin-Heidelberg-New York (1969)

HENDERSON, W.R.
The anatomy of the gasserian ganglion and the distribution of pain in relation to injections and operations for trigeminal neuralgia
Ann Roy Coll Surg Eng 37 : 346-373 (1965)

HOCHSTETTER, F.
Über die Entwicklung und Differenzierung der Hüllen des menschlichen Gehirnes
Morph. Jb. 83 : 359-494 (1939)

HOLLINSHEAD, W.H.
1968, zit. nach LANG, J. (1977)
Textbook of Anatomy
Third Edition
Medical Department Harper & Row, Hagerstown (1974)

HOVELAQUE, A.
1927, zit. nach FERNER, H. (1948)

KOLLEGIUM BIOMATHEMATIK NW
Biomathematik für Mediziner
Springer, Berlin-Heidelberg-New York (1975)

KREYSZIG, E.
Statistische Mathematik und ihre Anwendung
Vondenhoeck u. Ruprecht, Göttingen (1975)

LANG, J.
Über die Pori durales der Nn. III, IV und VI
Verh. Anat. Ges. 69, S. 785-791 (1975)

LANG, J. und STROBEL, F.J.
Über den Einbau des Ganglion trigeminale
Verh. Anat. Ges. 72, S. 437-439 (1978)

v. LANGER, C.- TOLDT, C.
Lehrbuch der systematischen und topographischen Anatomie
10. Aufl.
Wilhelm Braumüller, Wien und Leipzig (1915)

LOCKHARDT, R.D.
1927/28, zit. nach FERNER, H. (1948)

MECKEL, J.F.
1791, zit nach FERNER, H. (1948)

PAOLUCCI, R.
1944, zit.nach FERNER, H. (1948)

PLATZER, W.
Die Arteria carotis interna im Bereich des Keilbeines bei Primaten
Morph. Jb. 97 : 220-248 (1956)
Die Variabilität der Arteria carotis interna im Sinus cavernosus in Beziehung zur Variabilität der Schädelbasis
Morph. Jb. 98 : 227-243 (1957)

PUTZ, R.
Schädelform und Pyramiden
Anat. Anz. 135 : 252-266 (1974)

RAUBER, A.- KOPSCH, FR.
Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen
15. Aufl.
Thieme, Leipzig (1940)

ROHEN, J.W.
Topographische Anatomie
2. Aufl.
Schattauer-Verlag, Stuttgart-New York (1969)

RUTZ, K.-P.
Form, Masse und Verläufe der Schädelkanäle: Canalis caroticus, Canalis condylaris, Foramen mastoideum, "Emissarium occipitale", sowie Form und Größe der Lingula sphenoidalis
Inauguraldissertation Würzburg (1975)

SIEGLBAUER, F.
Lehrbuch der normalen Anatomie des Menschen
9. Aufl.
Urban & Schwarzenberg, Wien-Innsbruck (1963)

STARCK, D.- FRICK, H.
Repetitorium anatomicum
12. Aufl.
Thieme, Stuttgart (1972)

TISCH-ROTTENSTEINER, K.
Öffnungen und Varietäten der mittleren Schädelgrube
Inauguraldissertation Würzburg (1975)

TÖNDURY, G.
Angewandte und topographische Anatomie
Fretz & Wachsmuth, Zürich (1949)

WALDEYER, A.
Anatomie des Menschen
2. Bd., 8. Aufl.
Walter de Gruyter, Berlin-New York (1973)

WIEGAND, H.-R.
Größenassymetrien der mittleren Schädelgrube
Acta anatomica 60 : 239-243 (1965)

Herrn Prof. Dr. med. J. Lang danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Themas, seine Anregungen und freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Frau Jackowski und Herrn Hippeli danke ich für die Anfertigung der Photographien und Zeichnungen.

Meiner Gattin Frau E. Strobel danke ich für die Anfertigung der graphischen Darstellungen.

Anhang 1

Statistische Auswertung der Meßreihen (MR)

MR 1 = Abstand Oberrand (ORR) des Ganglion trigeminale zur seitlichen Schädelwand

MR 2 = Länge N. V_1

MR 3 = Länge N. V_2

MR 4 = Länge N. V_3

MR 5 = Dicke der Pars sagittalis des Ligamentum sphenopetrosum inferius

MR 6 = Höhe der Pars sagittalis

MR 7 = Länge der Pars transversalis

MR 8 = Breite der Pars transversalis

MR 9 = Abstand Lingula sphenoidalis - Os petrosum

MR 10 = Winkel des ORR der P. sagittalis mit der Mediansagittalen bei Typ I

MR 11 = Winkel des ORR der P. sagittalis mit der Mediansagittalen bei Typ III

MR 12 = Abstand Mitte ORR der P. sagittalis zur lat. Schädelwand

MR 13 = Abstand Mitte ORR der P. sagittalis zum lat. Rand des Porus n. V

MR 14 = Abstand Mitte ORR der P. sagittalis zum med. Rand des Porus n. V

MR 15 = Abstand Mitte ORR der P. sagittalis zum Processus clinoideus posterior

MR 16 = Abstand der Nn. petrosi nach Eintritt in die Fossa cranii media

MR 17 = Abstand N. VI vom ORR des Ganglion trigeminale bei Typ I

MR 18 = Abstand N. VI vom ORR des Ganglion trigeminale bei Typ II

MR 19 = Abstand N. VI vom ORR der P. sagittalis bei Typ I

Anhang 2

MR 20 = Abstand N. VI vom ORR der P. sagittalis bei Typ II

MR 21 = Abstand ORR des Ganglion trigeminale zum ORR der P. sagittalis bei Typ I

MR 22 = Abstand ORR des Ganglion trigeminale zum ORR der P. sagittalis bei Typ II

MR 23 = Winkel des N. VI mit der Mediansagittalen

Anhang 3

MR 1 (mm)

	re	li
S(x)	1148,1	962,4
n	28	24
$\bar{x}$	41,0	40,1
max	48,5	54,0
min	30,0	32,5
s	4,31	4,62
$s_{\bar{x}}$	0,82	0,94
VK(%)	10,51	11,92
95%VB	39,33-42,67	38,15-42,05
FG	50	
t-Wert	0,73	

MR 2 (mm)

	re	li
S(x)	419,1	378,4
n	27	24
$\bar{x}$	15,52	15,77
max	20,5	20,1
min	9,2	11,5
s	3,01	2,43
$s_{\bar{x}}$	0,58	0,5
VK(%)	19,39	15,41
95%VB	14,33-16,71	14,74-16,8
FG	49	
t-Wert	0,32	

MR 3 (mm)

	re	li
S(x)	279,3	248,0
n	27	24
$\bar{x}$	10,34	10,33
max	15,1	16,0
min	4,5	5,5
s	2,98	2,66
$s_{\bar{x}}$	0,57	0,54
VK(%)	28,82	25,75
95%VB	9,16-11,52	9,21-11,45
FG	49	
t-Wert	0,01	

MR 4 (mm)

	re	li
S(x)	179,9	159,2
n	27	24
$\bar{x}$	6,66	6,63
max	11,5	9,8
min	2,9	2,8
s	2,32	1,78
$s_{\bar{x}}$	0,45	0,36
VK(%)	34,83	26,85
95%VB	5,74-7,58	5,88-7,38
FG	49	
t-Wert	0,05	

Anhang 4

MR 5 (mm)

	re	li
S(x)	13,95	12,1
n	28	24
$\bar{x}$	0,5	0,5
max	1,0	0,8
min	0,3	0,3
s	0,14	0,16
$s_{\bar{x}}$	0,03	0,03
VK(%)	28	32
95%VB	0,45-0,55	0,43-0,57
FG	50	
t-Wert	0,15	

MR 6 (mm)

	re	li
S(x)	115,2	85,8
n	28	24
$\bar{x}$	4,11	3,58
max	7,0	6,0
min	1,5	1,0
s	1,32	1,07
$s_{\bar{x}}$	0,25	0,22
VK(%)	32,12	29,89
95%VB	3,6-4,62	3,13-4,03
FG	50	
t-Wert	1,6	

MR 7 (mm)

	re	li
S(x)	261,2	215,1
n	20	18
$\bar{x}$	13,06	11,95
max	22,0	23,5
min	6,5	6,0
s	4,35	4,24
$s_{\bar{x}}$	1,0	1,0
VK(%)	33,31	35,48
95%VB	11,02-15,1	9,84-14,06
FG	36	
t-Wert	0,79	

MR 8 (mm)

	re	li
S(x)	98,3	75,2
n	20	18
$\bar{x}$	4,92	4,18
max	13,8	5,1
min	2,0	3,0
s	2,41	0,77
$s_{\bar{x}}$	0,54	0,18
VK(%)	48,98	18,42
95%VB	3,8-6,05	3,8-4,56
FG	36	
t-Wert	1,25	

Anhang 5

MR 9 (mm)

	re	li
S(x)	88,1	74,4
n	24	20
$\bar{x}$	3,67	3,72
max	6,5	6,2
min	0,0	0,0
s	1,71	1,47
$s_{\bar{x}}$	0,35	0,33
VK(%)	46,59	39,52
95%VB	2,95-4,39	3,03-4,41
FG	42	
t-Wert	0,1	

MR 10 (^{o} Grad)

	re	li
S(x)	265	179
n	18	11
$\bar{x}$	14,72	16,27
max	30	40
min	5	9
s	5,42	8,49
$s_{\bar{x}}$	1,28	2,56
VK(%)	36,82	52,18
95%VB	12,02-17,42	10,57-21,97
FG	27	
t-Wert	0,6	

MR 11 (^{o} Grad)

	re	li
S(x)	44	85
n	3	6
$\bar{x}$	14,67	14,17
max	15	15
min	14	10
s	0,58	2,04
$s_{\bar{x}}$	0,33	0,83
VK(%)	3,95	14,4
95%VB	13,23-16,11	12,03-16,31
FG	7	
t-Wert	0,4	

MR 12 (mm)

	re	li
S(x)	1214,7	1025,4
n	28	24
$\bar{x}$	43,38	42,73
max	50,5	58,1
min	32,0	36,0
s	4,33	4,78
$s_{\bar{x}}$	0,82	0,98
VK(%)	9,98	11,87
95%VB	41,7-45,06	40,71-44,75
FG	50	
t-Wert	0,51	

Anhang 6

MR 13 (mm)

	re	li
S(x)	415,0	330,2
n	28	24
$\bar{x}$	14,82	13,76
max	20,0	17,0
min	9,0	8,9
s	1,99	2,2
$s_{\bar{x}}$	0,38	0,45
VK(%)	13,43	15,99
95%VB	14,05-15,59	12,83-14,69
FG	50	
t-Wert	1,83	

MR 14 (mm)

	re	li
S(x)	284,4	218,5
n	28	24
$\bar{x}$	10,16	9,1
max	17,9	14,0
min	6,5	6,5
s	2,29	1,87
$s_{\bar{x}}$	0,43	0,38
VK(%)	22,54	20,55
95%VB	9,27-11,05	8,31-9,89
FG	50	
t-Wert	1,8	

MR 15 (mm)

	re	li
S(x)	374,1	353,0
n	23	23
$\bar{x}$	16,27	15,35
max	22,0	20,0
min	11,5	10,0
s	2,71	2,84
$s_{\bar{x}}$	0,57	0,59
VK(%)	16,66	18,5
95%VB	15,1-17,44	14,12-16,58
FG	44	
t-Wert	1,12	

MR 16 (mm)

	re	li
S(x)	57,0	49,3
n	26	19
$\bar{x}$	2,19	2,59
max	10,0	6,5
min	0,0	0,0
s	2,26	1,59
$s_{\bar{x}}$	0,44	0,36
VK(%)	103,2	61,39
95%VB	1,27-3,1	1,82-3,36
FG	43	
t-Wert	0,66	

Anhang 7

MR 17 (mm)

	re	li
S(x)	27,0	27,7
n	21	17
$\bar{x}$	1,29	1,63
max	4,7	6,0
min	0,0	0,0
s	1,15	1,78
$s_{\bar{x}}$	0,25	0,43
VK(%)	89,15	109,2
95%VB	0,77-1,81	0,72-255
FG	36	
t-Wert	0,71	

MR 18 (mm)

	re	li
S(x)	6,0	4,7
n	4	5
$\bar{x}$	1,5	0,94
max	2,5	3,0
min	1,0	0,3
s	0,71	1,15
$s_{\bar{x}}$	0,36	0,51
VK(%)	47,33	122,34
95%VB	0,37-2,63	-0,49-2,37
FG	7	
t-Wert	0,85	

MR 19 (mm)

	re	li
S(x)	56,8	43,6
n	21	17
$\bar{x}$	2,7	2,56
max	6,0	5,5
min	1,0	0,0
s	1,29	1,54
$s_{\bar{x}}$	0,28	0,37
VK(%)	47,78	60,16
95%VB	2,11-3,29	1,77-3,35
FG	36	
t-Wert	0,31	

MR 20 (mm)

	re	li
S(x)	20,5	23,4
n	4	5
$\bar{x}$	5,13	4,68
max	10,0	9,5
min	3,0	2,0
s	3,28	2,93
$s_{\bar{x}}$	1,64	1,31
VK(%)	63,94	62,61
95%VB	-0,09-10,35	1,04-8,32
FG	7	
t-Wert	0,22	

Anhang 8

MR 21 (mm)

	re	li
S(x)	94,3	84,5
n	21	17
$\bar{x}$	4,49	4,97
max	7,2	8,2
min	2,5	2,5
s	1,35	1,63
$s_{\bar{x}}$	0,29	0,4
VK(%)	30,07	32,8
95%VB	3,88-5,1	4,13-5,81
FG	36	
t-Wert	0,99	

MR 22 (mm)

	re	li
S(x)	14,5	18,7
n	4	5
$\bar{x}$	3,63	3,74
max	8,5	6,5
min	1,0	1,5
s	3,35	1,94
$s_{\bar{x}}$	1,68	0,87
VK(%)	92,97	51,87
95%VB	-1,7-8,96	1,33-6,15
FG	7	
t-Wert	0,06	

MR 23 (^{o} Grad)

	re	li
S(x)	364	398
n	25	22
$\bar{x}$	14,56	18,09
max	40	35
min	10	0
s	6,42	8,57
$s_{\bar{x}}$	1,28	1,83
VK(%)	44,07	47,37
95%VB	11,92-17,2	14,28-21,9
FG	45	
t-Wert	1,61	

LEBENSLAUF

Ich, Franz Josef Strobel, wurde am 6.2.52
als erstes Kind des Heizers Xaver Strobel
und seiner Ehefrau Maria, geb. Schödl, in
Eichstätt geboren.
Von 1958 - 1963 besuchte ich die Volksschule
in Eichstätt und wechselte dann an das dortige
Willibald Gymnasium über, an dessen humanisti-
schen Zweig ich 1972 die Reifeprüfung ablegte.
Im Wintersemester 72/73 immatrikulierte ich mich
an der Universität Würzburg zunächst für das Fach
Zahnmedizin und nahm dann dort im Sommersemester 73
das Studium der Medizin auf.
Am 21.3.75 legte ich dort die ärztliche Vorprü-
fung, am 30.3.76 den 1. Abschnitt, am 31.8.78
den 2. Abschnitt und am 15.10.79 und 30.10.79
den 3. Abschnitt der ärztlichen Prüfung ab.
Seit 11.4.75 bin ich mit der Lehrerin Elisabeth
Strobel, geb. Neufanger, verheiratet.
Am 26.3.76 wurde unsere Tochter Gisela und
am 19.9.78 unser Sohn Matthias geboren.
Die ärztliche Approbation wurde mir am 8.11.79
erteilt.

Franz Josef Strobel